lax889889.com 299520.xyz

5G智慧医疗全流程服务白皮书

2020年8月



PHILIPS | China unicom中国联通 创新·改变世界

liaohan.net nblax520.com

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

lax889889.com 299520.xyz

每日免费获取报告

1、每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；

2、每日分享当日**华尔街日报**、金融时报；

3、每周分享**经济学人**

4、行研报告均为公开版，权利归原作者所有，起点财经仅分发做内部学习。

扫一扫二维码
关注公号
回复：**研究报告**
加入“起点财经”微信群。。



liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

目录

前言 4

一. 5G+智慧医疗健康全流程应用 6

1.1 院前智慧医疗应用 8
1.1.1 院前智能筛查 8
1.1.2 院前智慧急救 13
1.1.3 5G院前智慧医疗应用小结 18

1.2 院内/院间智慧医疗应用 20
1.2.1 远程智慧ICU 20
1.2.2 智慧影像中心 26
1.2.3 远程会诊中心 33
1.2.4 院内/院间智慧应用小结 34

1.3 院后智慧医疗健康应用 36
1.3.1 心脑血管家庭关护和康复解决方案 36
1.3.2 慢性呼吸疾病综合管理解决方案 37
1.3.3 睡眠健康智能解决方案 39
1.3.4 5G在院后医疗场景中的应用 40
1.3.5 5G院后智慧应用小结 41

二. 5G医疗专网 42

2.1 5G医疗专网建设需求 43

2.2 5G医疗专网架构 44

2.3 5G专网能力建设 45

三. 5G健康医疗应用发展愿景 46

术语 49

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

编者名单

策划

飞利浦(中国)投资有限公司

中国联合网络通信有限公司

编者团队

飞利浦中国创新中心

周佳音、田聪、金盛、齐科科、

洪海洋、高克茜、Declan Kelly、王鹿、龚坚、李林

中国联通5G创新中心

盛煜、王路扬、冯毅、单丽雅、楚明、郭瑞、贾菲菲、李野

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

前言

2020年3月，中共中央政治局常务委员会召开会议提出，要加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。以5G基建为首的中国七大“新基建”，是经济复苏和发展的重要生产力。新型基础设施建设（简称：新基建）主要包括5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网七大领域，涉及诸多产业链 ，是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。预计到2025年我国5G网络建设投资累计将达到1.2万亿元，将带动产业链上下游以及各行业应用投资超过3.5万亿元，中国信通院发布的《5G产业经济贡献》认为，预计2020至2025年我国5G商用间接拉动的经济总产出约24.8万亿元。

2020年开年突如其来的新冠肺炎疫情给中国社会与经济带来巨大冲击，疫情范围覆盖全国34省市（包括港澳台），各地区均启动突发公共卫生事件一级响应，也引发了对我国现有公共卫生体系、传染病防治工作、应急响应机制的一系列反思。中央全面深化改革委员会第十二次会议提出，要科学精准打赢疫情防控阻击战，完善重大疫情防控体制机制，健全国家公共卫生应急管理体系。国家发改委、工信部提出要开展面向重大公共卫生突发事件的5G智慧医疗系统建设，开展基于5G新型网络架构的智慧医疗技术研发，建设5G智慧医疗示范网，构建评测验证环境，推动满足智慧医疗协同需求的网络关键设备和原型系统的产业化，加快5G在疫情预警、院前急救、远程实时会诊、远程手术、无线监护、移动查房等环节的应用推广，有效保障医护人员健康，为应对重大公共卫生突发事件等提供重要支撑。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



针对目前中国及全球范围内对智慧医疗建设能力提升的迫切需求，建设5G与新兴技术深度融合智慧医疗发展应用已成为非常重要的议题。结合中国在5G网络建设及标准建设的基础工作，打造国际国内领先的5G医疗专网、4G与5G融合移动通信网络、医疗云等基础设施，支撑院前、院内、院间和院后四类医疗业务应用建设，有助于不断探索智能服务体系的创新。

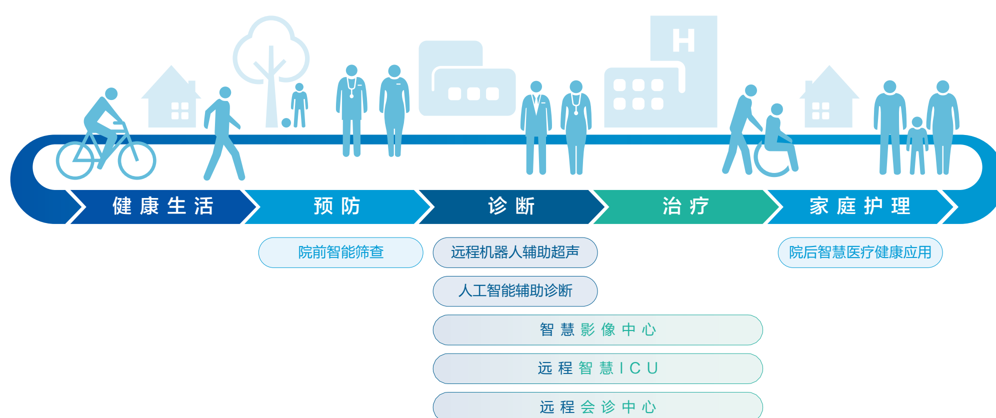
白皮书针对患者在就医的全流程进行5G智慧医疗服务解析，涉及院前、院内/院间和院后几个场景，分析院前筛查、院前急救、院内/院间远程智慧重症监护、院内智能影像分析、院间远程会诊、院后个人健康管理等应用的具体场景、关键技术、配置需求以及典型应用案例。白皮书旨在研究基于5G与新兴技术的深度融合助力推进智慧医疗发展，推进医疗领域全流程的智能化，从院前筛查、院前急救、院内诊断、影像辅助诊疗、院后康复等各环节逐步实现5G+智慧应用创新。鉴于中国联通在5G关键技术研究、5G网络建设和5G智慧医疗应用示范的积累，并结合飞利浦在医疗行业深耕的解决方案与创新产品的优势，联合探索5G智慧医疗全闭环系统的创新智能服务体系，推动传统医疗服务产业提质增效。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

一、5G+智慧医疗健康全流程应用

在以“治疗为中心”到以“病人为中心”医疗改革过程中，对病人医疗健康的全流程管理将成为降低医疗成本的关键。而在全流程的管理中如何利用5G、大数据、云计算以及人工智能技术，加速实现院内外院间信息互联互通，打破科室间以及院内外的信息壁垒，为医护人员提供及时全面的病人完整信息链是提升医护人员效率的基础。同时在面对医疗资源不足，尤其是地区间不平衡的情况下，如何通过远程协作、远程决策支持和智慧医疗产品实现院内外、多院区间、上下级医院间的同质化医疗服务的配置与管理更是最终实现在有限医疗资源下提升医疗服务水平，提高临床质量的重中之重。我们的最终目标为实现如图1所示的从健康生活、筛查预防、到早期诊断、精准治疗以及家庭护理的医疗健康全流程管理，做到真正意义上的智联融合关护无界。

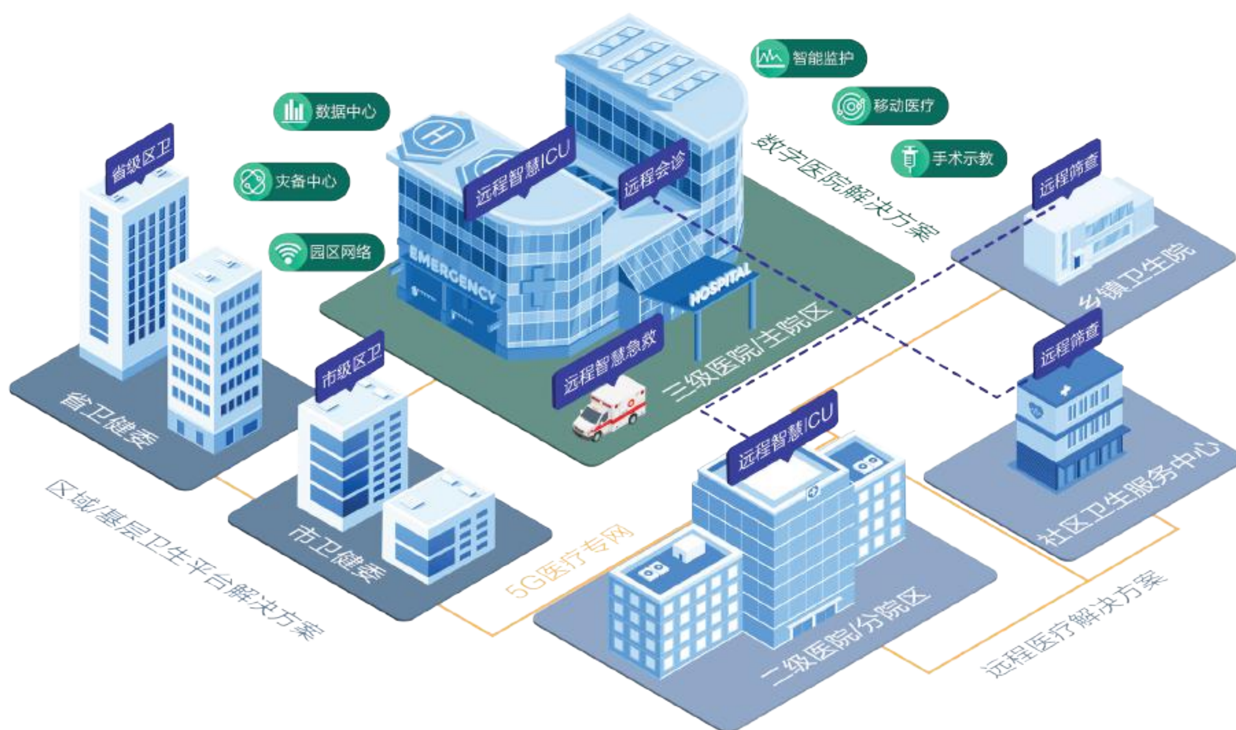


【图1】互联关护全流程应用

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

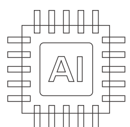
5G作为新型基础建设，不仅可作为目前医院基础网络以及提供协同需求的网络建设，更可为实现未来“以病人为中心”的智慧医疗健康全流程扩展了更多应用可能性。5G 智慧医疗系统建设不仅能在重大公共卫生事件中保障一线医护工作人员的健康，也可适用于日常“以病人为中心”的医疗健康全流程应用中，包括院前智能筛查、院前智慧急救、院内智慧手术室、院内智慧影像中心，以及院间远程智慧ICU等不同应用场景（如图2所示）。这些新型应用场景打破了医院各科室间在传统医疗模式下信息孤立的局限性，使各部门实现了有效的协调和互补，提高了医务人员的工作效率。随着信息技术的高速发展，智慧医疗势必将成为现代社会医疗健康卫生事业发展的大趋势。



【图2】5G+智慧医疗应用场景全景图

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



1.1 院前智慧医疗应用

1.1.1 院前智能筛查

院前智能筛查全景描述

所谓“病从浅中医”，相当多的重大疾病如能被早期预警或者早期发现，通过早期干预及早期治疗，可以在相当程度上延缓疾病的进展，提高治愈率与生活质量，减轻医疗费用及对社会造成的负担。例如通过体检发现颈动脉有斑块或者狭窄的病人，可以通过调整生活方式、控制体重、用药物控制血压/血脂的方式，花费不多但是能有效地降低卒中的风险。胃癌、乳腺癌、结直肠癌、肺癌等癌症，只要是早期发现并尽早治疗，临床治愈率很高，5年生存率可以超过90%，长期生存的生活质量也会较好。结直肠癌的癌前病变是腺瘤息肉，如果能通过消化内镜的检查发现息肉并及早通过内镜切除，无需手术就能使病人将来得结直肠癌的机率大大降低。院前疾病筛查便是通过低成本、简单易行且可信度高的方式，在基层医疗机构或者体检中心对无症状的发病率高的年龄段人群或者高风险人群做特定的检查，以达到早期预警、早期发现、及早干预、及早治疗、提高疗效、拯救生命与减轻疾病负担的作用。随着城市化的推进，老龄化的加剧与人民健康意识的提高，院前筛查的需求也在不断提高。

各种院前筛查的方式很多，从最简单的听诊触诊肉眼观察，血液与分泌物化验，到影像学（包括超声和各种内镜）检查，再到细胞学筛查、体外诊断试剂盒子与基因筛查等，方法在不断地创新发展，应用范围在不断地扩大，敏感度与特异度也在不断地提高。在影像学的方法中，X光（现代主要是数字X光，即DXR）和超声作为两种低成本且广泛部署的影像模态，在很多疾病的筛查中发挥作用。计算机断层成像（CT）一直是一种院内大型成像设备，其配置由卫健委通过向医疗机构颁发大型医疗设备配置证来进行管控。2018年32排及以下CT的配置证被取消，各种进口与国产中低端CT竞争加剧价格下跌，再加上医疗投入的增加与低剂量CT（LDCT）技术的成熟，大量中低端CT设备进入社康中心、乡镇卫生院与民营体检中心等基层医疗机构，在院前筛查中展露头角。与二维投影为原理的DXR相比，CT的断层成像有着更好的三维空间分辨率，对微小病变检测的阳性率上明显优于DXR，所以现在除了乳腺钼靶筛查外，CT已经在国内的肺部感染、肺炎、结节的筛查上逐步取代DXR，特别是低剂量CT应用于肺结节筛查在近5年呈现爆发性的增长。在2020年抗击新冠肺炎疫情的早期，医疗部门尚未具有大规模核酸检测的能力，同时核酸检测也存在着敏感度低假阴性率高的问题，CT筛查凭借着快速成像与高敏感度的特点，在一些受疫情影响较严重的省市成为检出新冠肺炎疑似病人的重要手段。超声很早就被应用于院前疾病筛查，近年来随着电子技术的进步，超声设备小型化智能化的步伐很快，笔记本式超声，便携式平板超声，乃至直接连接手机的掌上超声陆续上市，推动超声设备的进一步下沉。从社康中心/乡镇卫生院到村卫生室，从民营体检中心到个体诊所，乃至社区巡诊和居家自检，都是超声检查可以应用的不同平台与场景。如果能对社区场景的主要使用者如全科医生/家庭医生做进一步的培训，超声也对能一些慢性疾病（例如慢性阻塞性肺炎、糖尿病引起的下肢血管病变、退行性骨关节炎等）做定期的病情监测，这部分的发展空间是很大的。表1总结了DXR、CT和超声三种影像模态在院前

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

影像模态	疾病领域	部署与应用场景	技术经济特点		
			敏感度/特异度	部署广泛性	成本与运作
DXR	肺结核、肺部感染筛查 乳腺病变筛查（钼靶成像） 骨密度（DXA）	基层医疗机构 民营体检中心 移动式--车载	★★★	★★★★★	★★
CT	肺结节筛查 肺部感染，新冠肺炎筛查	基层医疗机构 民营体检中心 移动式--车载	★★★★★	★★★	★★★★
超声	乳腺病变筛查 甲状腺结节筛查 颈动脉斑块筛查 肝胆胰脾肾早期病变筛查 妇科-孕早期-产前筛查	基层医疗机构 民营体检中心 社区诊所 移动式--车载、携行 居家	★★★★	★★★★	★★★

【表1】DXR、CT与超声在院前筛查中的应用领域、场景与技术经济特点

筛查中的主要应用领域、场景及技术经济特点，包括了三者在敏感度与特异度、部署广泛性、成本与运作方面的差别。其中敏感度在统计学上指实际为阳性的样本中，被判断为阳性的比例；特异度指实际为阴性的样本中，被判断为阴性的比例。

院前远程超声智能筛查

与DXR与CT相比，超声具有安全、无辐射、可多次重复检查的特点，而且对软组织和局部血管的分辨率较DXR甚至CT平扫来的高，其典型的院前筛查应用于（但不局限于）以下几个重点领域：

1）乳腺癌筛查

乳腺癌是中国女性发病率最高的恶性肿瘤，随着生活方式的变化，年轻患者比例近年来逐步升高，城镇化趋势明显。对乳腺癌的早期筛查已被列入政府的健康中国行动的“两癌”筛查惠民工程之中。根据2018年由国家癌症中心发布的《中国乳腺癌筛查与早诊早治指南》，由于中国女性的生理特征以及乳腺癌发病情况均与欧美国家存在一定的差异，超声结合X线钼靶检查更适合于中国女性乳腺癌筛查。另外考虑到在中国超声使用非常广泛，普及度很高，乳腺超声已经成为乳腺癌早筛的首选方式。

2）甲状腺结节筛查

根据2018年的数字，甲状腺癌的发病率在中国女性的癌症发病率中居第四，在中国男性的癌症发病率中居第七。甲状腺癌起始于甲状腺结节，通常在碘摄入充足的地区，通过常规的颈部触诊，发现甲状腺结节的概率约为5%，并且与年龄和性别呈现明显的相关性。然而近年来，临床医生发现，在上述人群中还有约高达68%的人是甲状腺结节的潜在患者，但由于无症状与结节较小，常规的触诊无法判断，大多数人则是在做与甲状腺无关的影像检查时“被偶然发现”。在所有甲状腺结节患者中，约有10%的人群有转变为恶性肿瘤的风险。超声检查操作简便、无创而廉价，可检出甲状腺内直径>3 mm 的微小结节，清晰地显示其边界、形态及内部结构等信息，是甲状腺最常用且首选的影像学检查方法。随着人们健康意识的提高，超声被大量用于甲状腺结节的筛查，除了各级医院，民营体检中心也大量开展此业务。不过与被业界一致公认的超声乳腺癌筛查的价值相比，专业医学组织并不推荐在无症状无高危因素的成人中进行甲状腺癌筛查。

3）颈动脉斑块筛查

颈动脉斑块是颈动脉粥样硬化的表现，在形态上表现为颈动脉内壁斑块形成，血管变的狭窄，血流变慢等等，目前认为与老年人缺血性脑卒中的发生密切

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

相关，是导致脑中风的“隐形杀手”。其引起缺血性脑卒中的机制可能为斑块增大致颈动脉管径狭窄引起颅内低灌注及斑块脱落形成栓子，导致颅内动脉栓塞。同样超声检查以其简便、无创、经济、实时等优点，是临床上颈动脉狭窄的筛查与进一步形态学评估的首选影像学方法。另一方面，血管狭窄这一经典的风险因素只是一种表象，斑块破裂脱落才是造成下游栓塞而发病的主要根源。如何筛查出易损斑块，并采用干预性治疗才是预防卒中的关键。在这个方面，超声同样可以起到作用，可以根据三个方面的超声结果：即斑块的形态学（形态规则与否）、斑块的声波特征（均质等回声、均质低回声或强回声）与血管狭窄程度来综合评估斑块的超声易损性。

这三种超声检查，基本都属于浅表部位的扫查，目标相对容易暴露，操作起来相对难度不大。除了作为二三级医院的常规项目，这些检查在社康中心、乡镇卫生院以及民营体检中心也普遍开展。鉴于现阶段基层医疗机构与民营体检中心的超声医师/技师的实际水平与经验，相当多的此检查存在“能扫到，但扫不准或者扫不全；能扫准扫全，但是难以判定”的问题；另一个方面，让二、三级医院的超声医师大量从事这些总体阳性率较低的超声筛查工作，从专业人才利用与卫生经济学的角度讲是不划算的。利用远程超声并借助AI自动识别与判读功能，适当依靠上级医院的技术力量来完成此类筛查是一个非常适合的应用场景。基于此类检查并不具有时间上的急迫性同时考虑到成本因素，非实时性的远程超声诊断是一个适合大部分情况的方案。在这种情况下，基层医疗机构的超声医师/技师主要任务就是做扫查，按照临床指南把诊断所需的切面扫到并保存，有需要的话存一些扫查视频，扫查结束后将所存的病历与超声影像记录上载去远程超声系统，触发一个AI自动识别与判读的申请并同时提交一个远程诊断申请（如果扫查人员是技师，因为没有诊断权，提交诊断申请；如果扫查人员是医师，也可以提交自己的诊断同时加一个复核申请）。上级医院的超声医师收到远程诊断或者复核申请后，可以在规定的提交时间内根据自己的日程安排在远程超声系统上查看病例资料，参考AI的分析与提示，并提交诊断报告或者复核报告。

5G远程超声在筛查场景下的网络性能需求

5G网络拥有10倍于4G的峰值速率及毫秒级的时延，基于5G网络技术的远程超声会诊，可满足在移动环境下实现高分辨率超声影像数据与高清音视频实时会诊画面的实时同步传输，为患者完成病历分析、超声影像诊断、视频远程会诊等流程，进一步确定具体治疗方案。远程超声技术可应用于产科及心内科、院前急救、多学科远程会诊、偏远地区和农村患者的远程诊断等场景。

在远程超声会诊应用中，影响超声图像质量的参数主要由对比灵敏度、画面分辨率、噪声及对比清晰度等参数来衡量。超声科医生需要根据图像清晰度、图像均匀性、超声切面标准型、彩色血流显示情况、脏器探测深度等标准来进行专业诊断，在进行凸阵、线阵及相控阵探头的超声诊断中，高质量的超声图像画面具有很重要的意义。医生需要鉴别软组织类型及血管内血流状态的不同，画面的对比清晰度越高，像素数越多，图像就越清晰，层次感越强，细节信息越丰富，图像越细腻柔和，超声图像的分辨率与显

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

示电路的灰阶是其中很重要的两个因素。医院常用超声终端图像分辨率大小有640X480, 800X600, 1280X1024等几种，多采用256级灰阶显示，图像帧率范围每秒在15~75帧之间。在远程超声会诊实际应用中，太高的帧率会对网络带宽资源消耗巨大，所以一般会选择每秒25帧，即可实现远程超声会诊的流畅体验。每像素用24比特计算，则单张超声图像原始数据量为3840KB。动态图像传输主要是增量变化的数据，数据量一般较小，在极限情况下，25帧图像完全不重复，每秒钟传输的极限数据量为3840 X 25 = 96000KB，即需要750Mbps的带宽。在实际视频会诊中，由于有固定场景，因此以传输增量数据为主，一般在10%-40%左右，10%为变化较少的会议场景而40%为变化较多的会议场景。按照40%计算需要的原始数据量为318Mb，按照10%计算需要的原始数据量为102Mb。远程超声会诊中对原始码流进行编解码压缩，采用H.264、H.265等主流视频压缩方式，按照80:1的压缩比计算，在40%的情况下，压缩后需要满足的带宽为3.9Mbps，在10%的情况下，压缩后需要需要满足的带宽为1.3Mbps。在实际远程会诊中，医生会根据实际情况选择适合的分辨率，同时视频信号需经过前级专业的图像处理器进行图像增强后，由SoC处理器进行视频编码，最终生成具有高品质、低码率的H.264视频编码。表2可作为远程超声会诊应用中，单路超声画面对带宽的需求参考。

超声画面分辨率	上行带宽Mbps	下行带宽Mbps	画面帧率fps
低	1 - 2	1 - 2	10 - 18
中	10 -15	10 -20	18 - 25
高	15 -35	20 -40	25及以上

【表2】超声画面分辨率与带宽需求对应关系

AI智能辅助诊断与远程机器人辅助超声

人工智能（AI）技术作为当下的热门科技，受到了越来越多的关注，基于AI技术的应用已经渗透到了科学科技和人类社会的各个方面。各种与AI相关的医疗科技、器械、产品、应用也逐步走入到我们的生活。智能医疗的出现，取代了部分医护人员的重复性工作，减轻了医护人员的工作负担和强度。目前在医疗AI领域应用落地程度最高的医疗影像AI辅助诊断技术，是随着计算机技术和医学影像技术的不断进步，逐渐由辅助检查手段发展成为现代医学重要的临床诊断和鉴别诊断方法。随着AI技术的进步，医疗影像AI技术不仅可以在现阶段诊断病人的病情，将来也可以对病人在治疗过程中出现的反应和问题进行精准评估。

近些年来随着CT与超声设备在基层医疗机构与体检中心的大量部署，体检筛查性质的影像检查的数量也不断攀高。这类影像学检查数量大，阳性率低，收费低，无论是在本地或者在远程影像平台上由二、三级

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

医院的放射/超声医师判读并报告，都是很大的工作负担也并不经济。随着AI影像分析技术的不断成熟与落地，让AI算法作为一个“第一判读者”对影像做一个是否有异常征象或者发现的初判，将那些可能有异常或者病变的病例筛选出来请放射/超声医师进一步判读评价，就成为一个很现实也很有用的选择。例如一个总体阳性率为2%的影像筛查，如果AI算法能把一半的阴性病例筛掉，把阳性病例与另外一半的阴性病例交给放射/超声医师判读，放射/超声医师的工作量就已经减少了一半。为了尽量在自动判读时不漏掉可能的异常或者病变，这类支持自动筛查的AI算法要求非常高的敏感度（sensitivity），但在特异度（specificity）上可以要求不高，即“宁可杀错不可放过”。

在最常见的乳腺超声筛查领域，飞利浦已经推出了AI Breast乳腺智能导航系统，这里的AI指的是解剖智能（anatomical intelligence），即通过传感器内置的磁场感应，追踪探头的移动，更好的引导一线超声医师或者技师进行乳腺扫查，实现乳腺检查的全覆盖，减少漏诊、误诊率并提高工作效率。在扫全的基础上，如果能基于人工智能（artificial intelligence, AI）开发乳腺智能筛查系统，通过AI算法模型对扫查内容或者保存的图像进行分析与初判，把有病变乃至异常特征的病例筛查出来，供一线或者二线超声医师做进一步判别诊断，可以大大提高工作效率。这2个AI是远程超声筛查的赋能器，一个从病人扫查端的导航做到扫好扫全，一个在云端的筛查初判作为判读诊断工作流程的一部分。

5G+人工智能辅助影像诊断以PACS影像数据为依托，通过大数据+人工智能技术方案，构建AI辅助诊疗应用，对影像医学数据进行建模分析，对病情、病灶进行分析，为医生提供决策支撑，提升医疗效率和质量，能够很好的解决我国的医学影像领域存在高水平医生短缺、城乡医疗资源不均衡、受限于设备成像精度导致的误诊等诸多问题。基于5G的大带宽、低时延等特性，可以实现高清影像数据实时传输与共享，专家在本地便可为偏远地区的患者实时进行影像阅片，从而降低患者的费用支出，也能够帮助基层医生提升医疗诊断水平。

5G+远程超声机器人系统是基于5G技术、人工智能、机器人自动化精准定位技术与超声扫描的基础需求相结合，利用机械臂把持探头进行标准切面的扫查以提高超声扫描的效率，与此同时可以减轻超声医生的工作负担。由远端专家操控机械臂对基层医院的患者开展超声检查，将患者端高清音视频信息、超声探头影像信息、机械臂力反馈触觉信号利用5G网络实时传输至专家端，其中，上行网络的带宽需要满足上行>120Mbps，远程控制时延<100ms，包括远程控制信号的传输时延、音视频画面传输时延、力反馈信号传输时延与网络传输时延。其中无线空口网络时延需要<20ms。5G网络的毫秒级时延特性，将能够支持上级医生操控机械臂实时开展远程超声检查。相较于传统的有线网络，5G能够解决基层医院和海岛等偏远地区专线建设难度大、成本高、部署不便等问题。

远程机器人超声技术能够将优质超声医生资源共享给基层医疗单位，也可以拓展至社区卫生机构、乡村卫生院等筛查场景，便于优质医疗资源的下沉应用。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

1.1.2 院前智慧急救

院前智慧急救全景描述

院前急救需在"病人发病-分配急救医疗车-现场急救-急救车中处置-远程会诊-院内处置"的完整流程中实现各环节中以患者为中心的多维度数据连续、实时传输，打造多方协作的远程急救、远程会诊和远程决策支持。全面助力医务人员更快、更准、更好地完成医疗保障任务，打通患者院前急救与院内完整信息链，保障患者医疗信息完整可追溯，让急诊科医务人员"从容"一些（如图3所示）。

以胸痛患者从发病到救治入院的全过程为例，患者从胸痛发病后可通过120急救互联APP拨打120急救电话，调度员即可启动医疗优先分级调度系统，询问呼救者，根据呼救者的描述判断基本情况，并可从智慧医疗体系大数据数据库中，根据个人信息调取患者的既往病史等基本资料。同时有资质的施救者还可紧急使用AED进行抢救。120急救中心可根据"地点+伤病类型+症状等级+既往资料"以及除颤设备的实时反馈生成急救方案，结合调度员自身经验迅速进行分级调度。并可将急救方案发送至对应分配的急救车载信息终端以及医院急诊科/胸痛中心的信息系统，车载医疗救护人员及急诊科/胸痛中心医护人员可依据分级标准提前做好资源配置以及诊疗准备。患者在救护车上的心电图信息，也可通过远程心电管理系统传输到医院，如患者危急，医院马上开通绿色通道，直接送往导管室进行PCI手术。患者在救护车上的实时生命体征信息，不仅可以通过远程急救信息系统实时传输至院内，还可通过转运监护仪，直接插到任意一台院内监护仪上，实现数据的无缝对接。此外，患者在救护车上的实时超声信号，也可通过远程急救信息系统实时传输至院内，给院内医护人员临床决策提供支持。车载医疗救护人员通过实时高清的音视频系统，在院内医护人员的远程诊疗指导以及临床决策支持下，使用车载除颤仪进行进一步抢救，或者使用无创呼吸机进行辅助通气。

所有车载医疗设备的数据如能对接院内中央监护系统，就可以实现数据集成及病人全流程管理等更高级功能的支持。病情危重的病人在急诊科/胸痛中心的数据还可通过全院部署的中央信息中心实现以病人为中心实时无缝多维监控，还原真实病情全貌，提高医护人员效率以及改善临床结果。

5G院前智慧急救系统功能与网络性能需求

通过5G院前智慧急救系统可实现高效、及时、精准的急救服务，院前急救与转运系统需要远程医疗应急协作网支持，配合急救车5G接入，实现急救车与院前急救系统的音视频互动交流及医疗设备的数据传输。建立"平战结合、快速反应、有效处置"的5G院前急救业务系统，面向居民、医院、急救中心和政府监管部门提供智慧化医学救援服务。利用5G关键技术、数据库技术、高清视频技术等技术手段，集视频监控、车载录像、远程监控、车辆定位、信息发布、车辆管理调度等功能于一体，建立全方位的安全、可信、实时、高效的数字化、信息化的指挥、管理、监控、服务体系，实现系统院前急救划分优先级、多生命体征分级诊断传输、院前院内数据互通、网络理政中心局委办数据联动。院前智慧急救信息系统的重要组成

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图3】5G智慧急救系统应用全景图

部分是智慧急救云平台，云平台主要包括急救智能调度系统、一体化急救平台系统、结构化院前急救电子病历等。主要实现的功能有急救调度、后台运维管理、急救质控管理、集中监测管理、急救数据管理等功能（具体性能要求参见表3）。

1）5G高清视频远程会诊

5G网络可配置较大的上行带宽，支持超高清视频会诊与医疗数据同时传输，远端医生通过基层医生端传输的高清监护视频、实时会诊视频以及从医疗边缘云下载的医疗数据，保证了在移动场景下的会诊画面的清晰不失真，避免画面不清晰造成的误诊漏诊，提高远程会诊准确率。5G的大带宽与低延迟能力可保障AR/MR/VR远程急救智能指导，支持多方专家或一方专家针对多方下级医院完成的远程实时讨论。通过AR/MR/VR眼镜前置摄像头将跟车医生的视野分享给远程指导专家，远程专家针对急救情况需要可以为术者提供语音/标注/记号/涂画/投放影像资料等方式的指导，跟车医生端设备可支持对特定部位的标记、测量、绘制等功能。

2）基于5G的多终端接入

基于5G实现急救现场-急救车-急救中心-医院-应急指挥中心等多区域多终端的设备接入。急救辅助系统包括智慧医疗背包、急救记录仪、车内移动工作站、医院移动工作站等。智慧医疗背包是针对在院内病房、院外急救、基层医疗机构等不同使用场景，将基于5G技术的智能检测终端、无线AR眼镜等设备进行组合，可快速血压、血糖、血脂等十余项体征参数并通过5G网络同步到云端电子病历，针对疑难病情患者，医护人员可通过急救记录仪，将患者情况以高清视频形式同步到专家端，专家可在远程进行救治指导。急救记录仪可通过车内、车外安装的高清摄像头或可佩戴的其他设备为车载医护人员实时记录抢救情况。急救人员可佩戴记录仪，具体形式包括智能AR眼镜、智能胸卡、小型摄像头等，通过5G网络实时记录直播现场急救情况，并可一键向远端专家获取实时指导。

大规模机器类通信（mMTC）重点解决传统移动通信无法很好支持物联网及垂直行业应用的问题。5G网络可以满足超千亿连接的支持能力，满足100万每平方公里连接数密度指标要求，而且还要保证终端的超低功耗和超低成本，5G网络可以保证多终端设备的接入。5G网络可提供5G专网端、管、云电信级三级等保能力，实现行业客户的网络及业务安全、完整、可控。终端侧进行IMEI绑定、安全SIM卡服务、安全芯片、模组服务保障安全，基站侧进行无线空口加

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

密，核心网保障SIM卡签约数据安全与策略及认证安全，利用专用UPF网元实现安全隔离及防火墙、专线安全。

3）基于5G的低延迟多生命体征及超声实时传输

基于5G医疗专用网关的数据采集传输存储核心功能，通过远程心电管理系统能够提供远程心电图数据。通过对实时心电波形，呼吸机波形，心率、呼吸频率、血氧饱和度、脉搏、血压、体温等生命体征进行采集，基于5G网络低延迟传输的特点可将采集的数据实时地传输到指挥调度中心的大屏幕上。同时还可以传送给指定的医院，在救护车到达医院之前就可以了解到病人的生命体征变化情况，提前对病情做出判断，有利于做好救治的准备工作。

在院前环境中，超声辅助快速检伤分类，并据此制定危重患者的紧急治疗方案。通过这种方式，急救人员可以通过5G网络向急诊医师提供实时超声的图像和医疗信息，从而增强预诊断能力以及紧急时刻的损伤控制能力。经一项研究调查发现，超声检查经验不足的的医务人员，在接受20 min 的讲座培训和急诊医师的指导后可以进行快速腹部超声检查，并在不到5 min的时间内成功完成所有快速扫查，这表明远程超声检查可以在极端环境、偏远和乡村环境中发挥潜在的救生作用。5G空口网络时延可降低至1ms，可实现超声专家通过远程会诊系统实时、同步观察超声检查手法与超声图像，改善用户端到端的业务体验。

4）基于5G与AI的急救大数据智能分析与质控管理

通过AI语音识别、急救车辆可用性评估、AI阅片辅助临床决策、急救站点评价模型，为院前急救节省时间，为急救点规划提供决策支持，提高急救救治效率，提升市民健康安全保障。基于急救知识图谱、语音识别与转写技术、自然语言处理技术、主动降噪技术等，实现对嘈杂环境下急救病历的语音录入、智能转写与文本结构化。通过对急救AI语音识别场景的探索，不断积累自身AI能力，逐步构建基于AI的医疗全场景应用赋能。基于AI的急救语音识别可解放医生双手，在争分夺秒的救治场景中高效填写病历，并避免事后补写病历时，因记不清患者情况导致的填写错误。实现方式可包括便携式麦克（实现一键语音录入，嘈杂环境主动降噪，精准采集环境语音生成高质量语音数据）、随车医生信息化平台（用于收集、转发语音数据，并将云端反馈的结构化病历数据进行格式化显示）、以及云端语音识别及结构化（基于定制化语音识别与转写技术，实现急救专业语音精准识别，基于急救定制自然语言处理技术，实现关键信息提取与内容结构化）。并基于统计学原理构建的语言模型，对辨音识字的结果进行进一步处理，从而提升了医生在填写急救病历时输入的准确率，实现急救病历大数据与AI技术的结合应用。

基于急救过程关键节点时间数据、结构化急救病历数据、患者生命体征动态数据、 患者预后数据等，按照区域、季节、时间、人群等特征分类，对各类突发病症进行大数据分析，针对急救救治流程、出诊效率监管、具体处置方法等内容进行优化，实现急救全场景的质控管理。通过运营数据不断优化急救体系，对急救过程中的不足和问题进行科学指导，最终提高救治成功率，大幅改善患者预后，并提升整体指控管理能力。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

5）基于5G的院前院内数据互通

对于急救等院外移动场景，医疗数据传输需依赖于5G等无线通信技术，5G网络可保障车辆在城市内行驶过程中的业务连续性和数据传输的可靠性。基于5G网络优势使用5G医疗网关连接医疗设备入网时，专享基站分配的专用带宽资源进行网络QoS保障。同时，可直接将医疗大数据平台部署在边缘云节点，提高响应效率，为应急救援节省时间。

基于5G的急救可视化系统包括车辆信息、数字化电子地图、医疗设备数据传输、医疗设备数据回顾等模块，能够实现急救车路径规划、视音频实时传输和院前院内信息传输的融合，为急救中心、医院打造一站式工作平台。以患者病历数据为核心实现了院前的患者生命体征数据、心电图数据、超声诊断数据、呼吸机数据、急救病历数据、诊断结论、急救处理、急救视频数据的全面整合，并支持多点数据共享。应用整合层面，以PC端一站式平台理念实现了所有子系统的统一入口，并可以根据不同角色灵活定制管理工作流程。

	急救业务单元	带宽	网络时延	连续性	安全性	可靠性
1	远程呼吸监测（呼吸机）	上行>5Mbps 下行>2Mbps	<100ms	★★★	★★★	★★★
2	远程心电监护（心电监护仪）	上行>5Mbps 下行>2Mbps	<100ms	★★★	★★★	★★★
3	AR会诊指导	上行>25Mbps 下行>25Mbps	<50ms	★★	★★	★★
4	实时视频监控（4路）	上行>40Mbps 下行>40Mbps	<200ms	★★	★	★★
5	车辆状态监控	上行>2Mbps 下行>2Mbps	<200ms	★★	★	★★
6	医学影像传输（CT/超声）	上行>20Mbps 下行>30Mbps	<80ms	★★★	★★★	★★★
7	患者病历填报与查询	上行>2Mbps 下行>2Mbps	<200ms	★★	★★★	★★

【表3】5G智慧急救系统网络性能需求

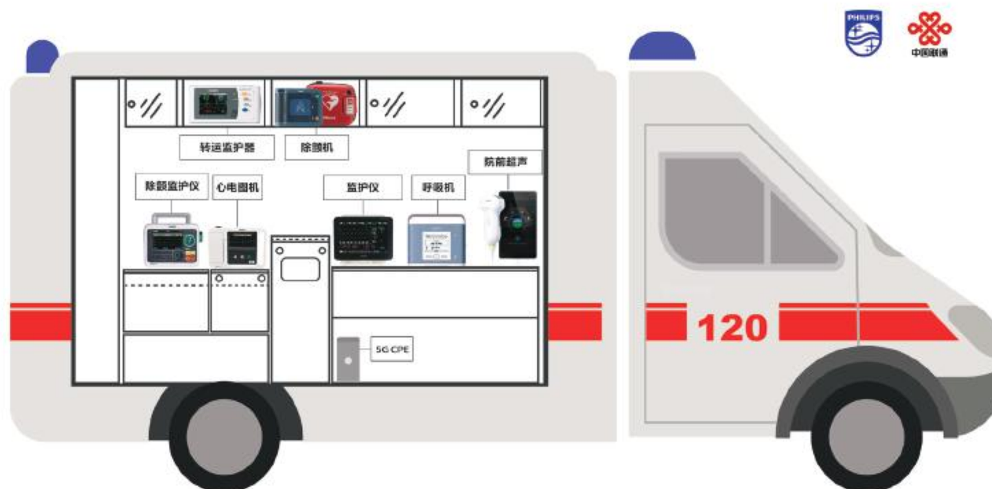
5G院前智慧急救系统解决方案

为满足各种场景的急救需要，最大程度地节省患者的急救时间，提高急重症患者的生还可能，需要充分结合5G的高带宽、低时延、超可靠优势，基于5G智慧急救信息系统实现对传统院前急救车进行信息化升级改造。

急救车作为硬件设备载体，需搭载除颤仪，心电图机、车载或转运监护仪、便携式超声、转运呼吸机等急救必备配套设备。除此以外，便携式血糖检测仪、便携式生化分析仪 、便携式血常规分析仪、全自动输液泵、车载急救箱、锥颅手术包等便携式设备也可在有条件时配备。同时，为保障急救车和医院急诊团队开展远程会诊，急救车还搭载信息化采集与传输系统，如远程心电管理系统，以及基于音视频设备的远程会诊系统、车载GPS、车载移动终端、车载服务器、5G智能医疗网关等（如图4所示）。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图4】5G智慧急救车升级改造示意图

除此以外，院内还需配备相应的急诊院内中央监护系统，实现病人全流程的数据互联互通。院前急救解决方案所需医疗设备与医疗信息系统技术参数要求如下：

1）除颤仪

在急救车这种移动物体与复杂的抢救环境中，需要除颤设备体积小，重量轻，同时还具备IP54，AED设备更是可以达到IP55的防护等级，达到防水防尘抗振抗摔的要求。特别是带有监护功能的专业除颤仪，可扩展心电、血压、血氧、呼末CO_2、无创起搏等多种功能。在送往医院途中就可以将心电与除颤数据导出至车内移动工作站，再通过5G传输给医院医生进行准备与诊断。除此以外，在医师资源不够充裕的情况下，还可由经过培训的非医师工作人员使用AED进行紧急抢救操作，通过8秒快速电击与低能量智能双相波技术，可以将抢救成功率提到最高，有效改善患者预后。

2）心电图机与远程心电管理系统

心电图机作为院前急救诊断的基本装备，具有对人体无创、操作简单、便携易用、结果直观快速等优点。更是胸痛，卒中病人救援的第一线诊断设备。基于高保真的心电原始波形数据以及心电白金算法的自动分析诊断，可有效缩短胸痛患者首次医疗接触到完成心电图检查及确诊时间。算法依据参考美国心脏病学会（AHA/ACCF/HRS）公布的相关指南等。此外，为了通过对医疗资源的整合建立起区域协同快速救治体系，以提高急性胸痛患者的整体救治水平，远程心电管理系统也为提高胸痛患者救治率做出了长足的贡献。给予胸痛患者最高18导联报告自动诊断分析，协助提供危急值预警，ST-Map，罪犯冠脉识别、性别及儿科特异性心电图分析，并可通过独特的报告序列比较功能，自动评估病情变化，为患者打通入院后的全绿色通道。同时基于标准白金算法的远程心电管理系统还为各级医院间的实现心电远程诊断，提供了临床决策支持与同质化保障。

3）车载监护仪

除了具备基本生命体征六参数（心电，呼吸，血氧，脉率，无创血压，体温外，应用于急救场景，车载监护仪还应可以连续监测SpHB，有助于及时发现出血降低死亡率，能降低输血概率，节约输血成本，降低输血的风险；SpCO能准确识别一氧化碳中毒患者。同时监护仪还可进一步支持模块化设备，如增加CO_2监

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

测病人的呼吸状态等。车载监护对待机时间也有进一步要求，使用高容量电池可保证12小时工作时间，满足急救使用。车载监护还要求全息波形存储，方便医生回顾查看急救过程中病人的各个生理参数的波形。为支持互连互通，要求标准HL7格式数据传输，每分钟发送一组测量数据，报警数据可实现实时发送。此外，为便于在院外及院内复杂环境下使用也可配备小巧抗跌落的转运监护仪，转运监护仪应可实现与院内监护仪插拔使用，实现数据无缝衔接，确保患者的生命体征等重要信息得到完整记录，让医护人员可全面了解患者的全部信息，助力临床判断。

4）急诊院内中央监护系统

通过5G 医疗专用网关，车载多模态数据，可以较低延时，较小丢包率，实时传输至急救中心或者医院急诊科，并可与急诊科中央监护系统对接。急救中心或急诊科配备中央监护系统，同时通过院内网络连接急救患者院内床旁设备，包括监护与呼吸机等多参数信息，可以保存完整的，长达7天的病人测量数据，报警信息，波形等。 急诊科医师可全面了解患者从发病初始至入院后的完整数据链，为全面评估病人病情，分诊至专科以及制定诊疗方案提供数据基础。患者数据可跟随患者转床，转科。患者转到哪里，数据跟到哪里。

5）便携式超声

具有超清图像质量的便携式超声设备。剃须刀大小的设备可以既是探头，又是主机，通过连接安卓智能手机或者平板并下载APP，可以满足心脏，腹部，盆腔，肌骨系统等快速扫查与成像，不仅适用于户外急救，救护车转运，还可适合于院内床旁，社区诊所等各个场景的使用。不仅方便了超声科医生，经过训练后技师甚至护士都能操作，可以节约患者等待或者转诊时间和成本，提高医护人员工作效率，契合分级诊疗的趋势。

6）转运呼吸机

一机兼容有创及无创通气，最高压力可达40cmH_2O，长效后备电池，能够维持设备工作6小时以上。可使用低压氧或者高压氧源，通过机内预混或者机外连接氧源的方式增加氧浓度。10种通气模式：包括VCV，PCV、无创通气模式（可叠加平均容量保证压力支持通气功能）。数字式触发追踪功能（Auto-trak），在无创通气时，能够自动检测泄漏量，并自动追踪及调节触发和切换阈值，从而保证良好的人机同步。

1.1.3 5G院前智慧医疗应用小结

DXR、超声与低剂量CT是重要的院前影像学筛查手段。相对于DXR与CT，超声随着小型化智能化程度的不断提高，已经可以下沉到家庭诊所一级，使院前筛查的关口提前。在另一个方面，院前超声筛查的大量需求与现阶段基层超声专业人员的短缺也形成了矛盾。传统的远程超声应用主要以图像加文字传输为主的非实时方式实现，进入5G时代后，利用5G网络的高带宽、低时延等特性，可以跨区域实现实时高清超声诊断与会诊。基于手持式超声设备与5G网络的低成本远程超声方案可以方便地将基层社康中心，乡镇卫生院乃至社区诊所与上级医院联系起来，在很大程度上帮助缓解基层超声专业人员短缺且

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

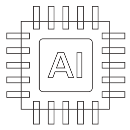
技能与经验不足的现状，从而使得偏远地区及医疗资源缺乏地区可以共享优质医疗资源，也可以帮助基层医生提升诊疗水平。在信息层面，5G超声方案可以将产生的超声影像、视频与诊断报告快速地纳入PACS、电子病历甚至个人健康管理系统，有效整合信息。基于5G的高可靠通信网络与基于MEC的强大算力支撑，可以使得医学影像AI算法能够实现本地化部署，对超声扫查进行质控，实现超声影像的初步判读、病变检测与定性，大幅缩短影像处理的计算时间，降低远程超声中后端超声医师的工作负担，提高效率并提升他们诊断的置信水平。同时5G网络的低延时与高可靠性特点也能很好的支持机器人超声的应用，为将来进一步开发机器人自主扫描技术奠定良好的基础。

在院前急救场景下，5G可使得救护车不再是移动的数据孤岛而变为移动数据“仓库”，其低延时以及更高的网络可靠性，可以保证将患者实时监控的数据，稳定传输，打通患者院前急救与院内完整信息链，保障患者医疗信息完整可追溯，为及时分诊提供完整数据。让急诊科医务人员“从容”一些。同时其高带宽的特性，还可满足基于高清视频的远程协作系统，实现车载医疗救护人员，在院内的远程诊疗指导以及基于实时车载数据的临床决策支持下，使用车载除颤仪进行进一步抢救，或者使用无创呼吸机进行辅助通气。利用5G无线空口的高速通信能力、网络切片技术和精细化的QoS保障提供eMBB大带宽能力，将急救信息实时传输到院内相关专业科室，实时获得专家团队的技术支援与救治指导。这样我们可以建立起急救信息的“绿色通道”，基于5G低时延在PC、手机、移动设备、医用显示器等的多终端对监测数据和电子病历进行同步显示，基于5G急救网关提供数据分析、数据存储、急救质控管理和异常报警等功能。

在智慧急救场景，可构建基于5G边缘云的智慧急救应用与服务体系，建设面向公共事件的5G应急指挥业务体系，打造适配多场景的5G移动急救车。充分利用5G网络及物联网技术，实现基于五大中心急救的绿色通道、车载远程多学科协同会诊、空地一体化急救协同、AR/VR急救、5G应急指挥调度等创新业务应用。基于5G确保第一时间全面、直观掌握急救事件信息，第一时间提供科学、准确的决策分析。基于5G网络围绕核心业务场景构建“移动医院”模式的移动医疗车，依据不同场景适配信息化系统形成5G智能急救车、5G移动卒中单元、5G新生儿转运单元、5G母婴转运单元、5G移动胸痛单元等创新应用，实现5G移动医疗车在急救环节的数字化、智能化、信息化升级。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

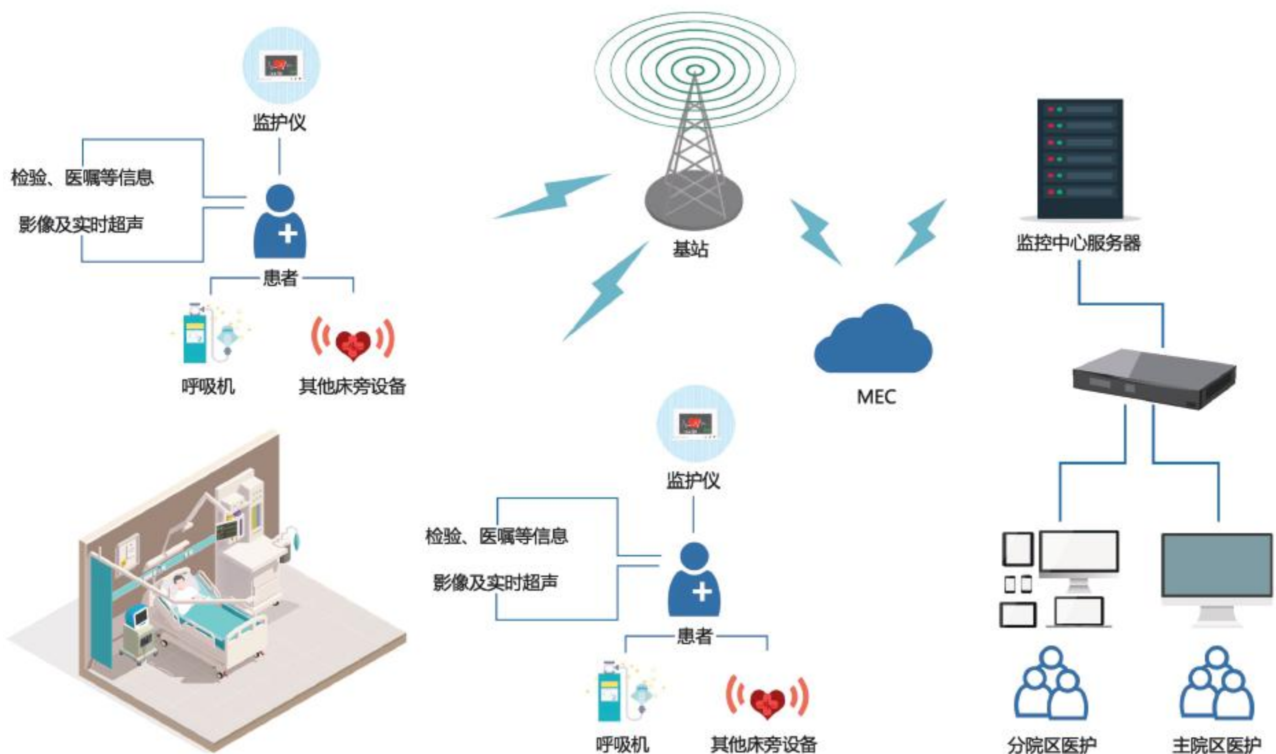


1.2 院内/院间智慧医疗应用

1.2.1 远程智慧ICU

远程智慧ICU全景描述

在对新冠肺炎患者的医疗救治中，重症医学科发挥了重要作用，尤其是ICU病床数的扩充与死亡人数下降有直接关系。同时国家卫生健康委医政医管局监察专员焦雅辉表示："今后，可能要探索公立医院的单体多院区模式。在武汉，医院的单体规模未必要发展得特别大，但可以多院区发展。这对快速转换医院功能是非常重要的"。然而多院区模式尤其是多院区间ICU的管理也面临一些挑战，包括新建院区的诊疗流程、医护人员、技术设备、管理流程能否与主院区保持一致，以及由于分院区与主院区之间频繁的交流联系可能会增加的成本如交通等，都在考验医院控本增效的能力。针对不同院区的ICU建设，远程智慧ICU的建设，将协助医院提高多院区协作效率，保障多院区间医疗服务同质化，以及降低院区间沟通成本。此外，为了更好的将优质资源下沉，国家或省市规划的紧密型医联体（包括城市、县域等）大约在700个左右，占所有医联体数量的20%，且该数字将会因国家政策的要求不断上升。紧密型医联体内上下级医院，也可通过远程智慧ICU 实现对下级医院ICU的托管与帮扶。



【图5】远程智慧ICU全景图

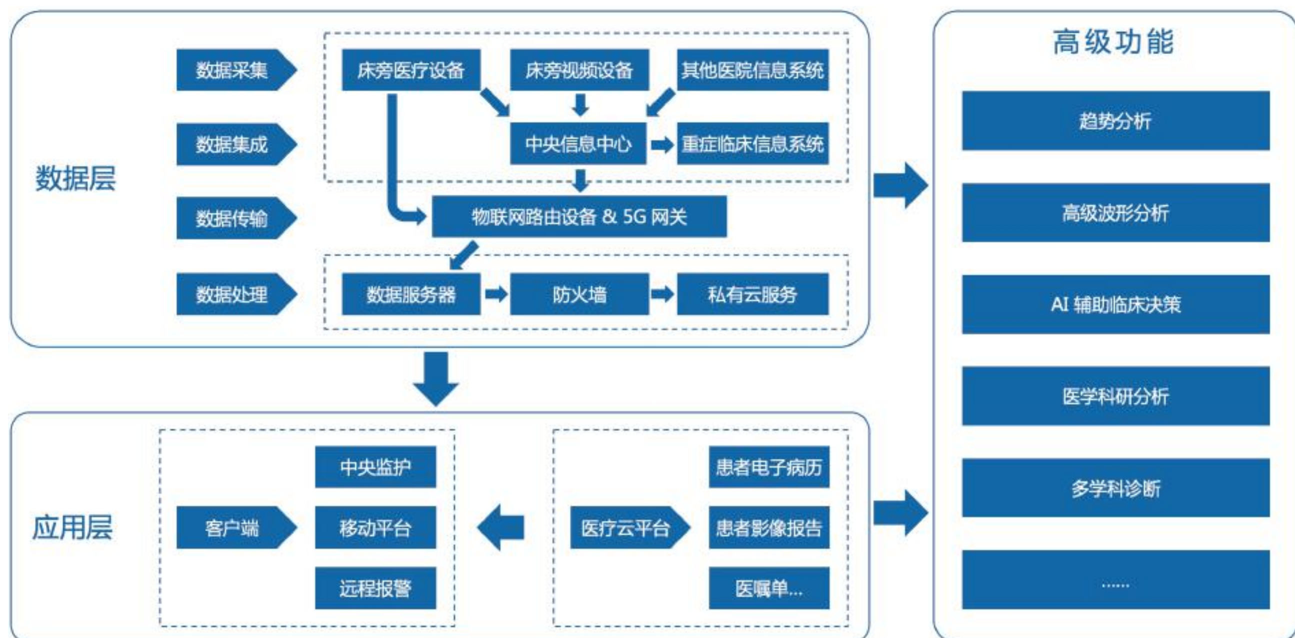
liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

要实现多院区间以及上下级医院间ICU的同质化管理，远程智慧ICU需满足如下场景要求，包括远程实时监控，远程查房，远程会诊等（如图5所示）。远程监控系统，不仅包含院区间通过网络实时传输患者病历信息、生命体征，呼吸机波形等床旁设备数据，检验检查图像与报告（超声，DXR等影像）等病人全方位病情信息同时还应辅助高清音视频交互用以协助上级医院或主院区医生、护士对下级医院或分院区患者病情与实时状态的掌握，从而使下级医院或者分院区能够在有限的医护资源配置下保持与上级医院以及住院区的诊疗流程，管理流程的同质化，提升多院区协作的效率。集合视频云台，可以实现多角度全方位监控，提供高效便捷、安全可靠的远程监护服务。为实现同质化要求，还需辅助以不同院区病人的综合仪表盘，以及基于智能报警管理的上下转诊系统，帮助医生有序高效处理最危急病人信息，而基于中央信息中心及重症信息系统收集的生命体征，生化检验，呼吸机，CRRT，ECMO等床旁设备数据，可赋能AI技术及产品并通过远程智慧ICU平台，将早期预警，智能推荐，以及预后分析的结果，实时地反馈给各个院区。此外，建立在重症临床信息系统基础上的标准化临床路径，也将提升多院区间医疗同质化水平。

5G远程智慧ICU系统功能与网络性能要求

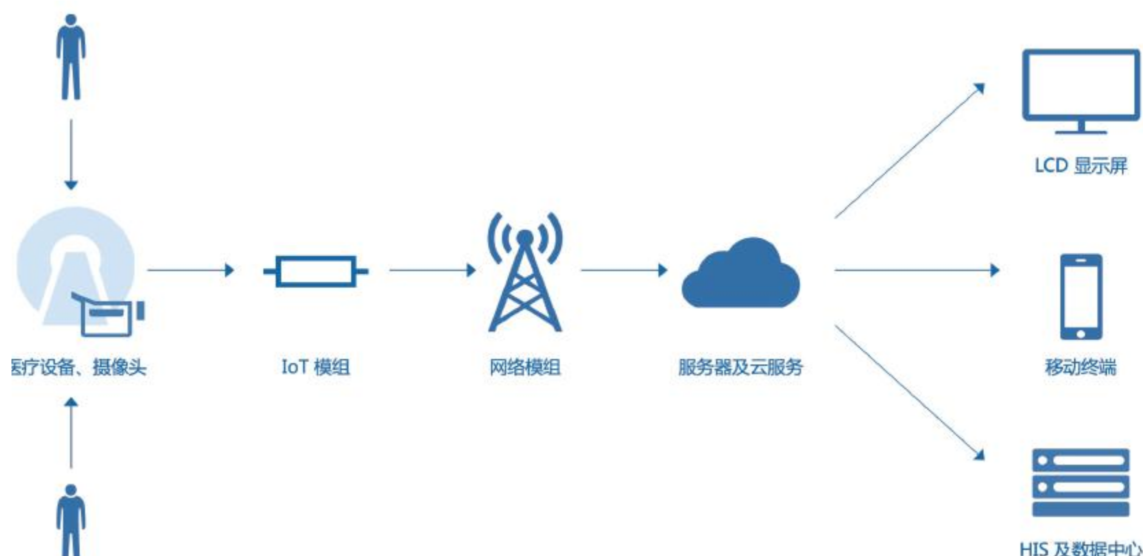
借助于5G网络的低时延、大容量、低功耗和高效率服务，以及较高的稳定度与网络切片技术医疗装备的精准化发展，远程监护将变得更加高效便捷、安全可靠。利用5G技术辅助远程连续监控，对患者的生命体征进行实时、连续和长时间的监测，并将监护仪、



【图6】5G远程智慧ICU系统功能

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图7】5G远程智慧ICU系统网络拓扑

呼吸机等医疗设备获取的生命体征数据和危急报警信息通过5G网络传送给医护人员，通过引入人工智能算法或产品，对采集数据进行智能分析，如有异常情况及时报警（如图6-7所示）。通过远程监护系统，医生可以一对多同时监护多个院区重症监护室的患者，患者的电子病历、影像报告等信息，以及全方位的监控视频和仪器数据以高清效果实时呈现给监护端，医生可以通过远程监控系统与患者面对面交流，了解患者最新情况，患者也可以向值班医生和护士实时咨询或发出预警。5G赋能地远程智慧重症系统包括以下部分：

1）床旁设备连续监测与病人多维度数据集成与展示

由医疗监护设备如呼吸机、监护仪等床旁设备对患者进行连续的生命体征及多参数监测。通过部署在ICU的中央信息中心与重症信息系统可将床旁设备及医院其他信息系统数据集成与以病人为中心的可视化展示。并可通过5G网关实现病患实时监测数据与病人历史回顾数据与各种可视化仪表盘的无线化传输。此外还可与医院的医疗影像平台进行对接，依托了医疗云平台的医院还可在线查看或快速下载患者的医疗影像报告、电子病历等，全方位了解患者病情。

5G更低时延的特点，可保障生命体征、预警信息及对监控摄像头的控制信号时延低于50ms，视频和影像时延低于100ms，让分秒必争的重症监护医疗更实时有效。此外，传统通信中每个用户仅并行使用1-2个移动设备，但对于远程ICU业务，每位患者连接的心电监护仪、呼吸机等医疗设备多达5种，远程医疗监测业务是传统通信设备连接数的5倍。5G的多接入特点也可以满足多个医疗终端与网关的同时接入（具体性能参见表4）。

2）临床决策支持与AI辅助诊断

基于重症信息系统的智能临床决策引擎，可进一步配置针对专病的高级临床决策支持工具，通过对患者临床数据整合、呈现、分析实现集束化治疗，实现如VAP、CRBSI、CAUTI、Sepsis 等专病筛查与预警，帮助医护人员快速准确做出临床决策。未来还可基于该系统进一步搭载人工智能算法，通过AI技术及对生命体征等床旁数据的综合智能分析，一旦发生异常及时报警，辅助医生进行远程监护，同时为其他科研分

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

	ICU重症监护	带宽	网络时延	连续性	安全性	可靠性
1	远程呼吸监测（呼吸机）	上行>5Mbps 下行>2Mbps	<100ms	★★★	★★★	★★★
2	远程心电监护（心电监护仪）	上行>5Mbps 下行>2Mbps	<100ms	★★★	★★★	★★★
3	实时视频监控（2路）	上行>20Mbps 下行>20Mbps	<200ms	★★	★	★★
4	医学影像传输（CT/超声）	上行>20Mbps 下行>30Mbps	<80ms	★★★	★★★	★★★
5	患者病历填报与查询	上行>2Mbps 下行>2Mbps	<200ms	★★	★★★	★★

【表4】远程智慧ICU网络最高性能要求

析提供可靠依据。

3）高清视频交互与视频云台监控

部署远程视频系统，通过5G网络传输患者和医生端的高清音视频，保障双方实时高清音视频交互。在紧急情况患者可通过一键报警紧急呼叫监护医生，同样在发生自动报警时，医生也可以发起视频交互及时了解患者情况。

医生端通过5G网络获取患者端传输过来的高清视频，并通过视频云台实时远程控制调节摄像头角度和焦距，对患者进行多角度全方位观察。在患者监测发生报警时，能自动将摄像头角度调转至对应患者床位并调取患者信息。

5G更大带宽的特点，实现高清视频的实时传输，解决目前远程会诊视频分辨率低、视频卡顿的问题，为远程视频监控提供更加可靠的依据。

4）远程超声

在多院区及上下级医院远程查房及托管过程中，5G网络可向远端医师提供实时超声的图像和医疗信息，从而增强分院区及下级医院诊断能力实现医疗服务同质化。5G空口网络时延可降低至1ms，可实现超声专家通过远程会诊系统实时、同步观察超声检查手法与超声图像，改善用户端到端的业务体验。

除此以外，利用边缘计算MEC还可将处理能力下沉到本地，对数据进行灵活分流，降低数据处理和分析时延。而且5G 也更加安全，医疗数据涉及患者隐私需要安全传输，医疗报警信息和实时交互视频需要可靠传输，5G切片技术可满足这些数据安全可靠传输需求。

5G远程智慧ICU解决方案

通过平台实时测算进行智能监护更加高效便捷，应用AI技术及产品智能监控更加安全可靠，通过5G网络结合视频云台，创建更快速的数据传输通道和更全面可靠的监护条件，提供5G新一代远程监护服务。5G远程智慧ICU解决方案应包含床旁连续监测和治疗设备，基于床旁设备与医院信息系统数据的采集和可视化平台，基于患者多维度数据的临床决策支持引擎以及可扩展AI辅助诊断算法的平台，同时还应包括实现高清视频交互与视频云台监控系统和支持上述平台所需的5G网关与网络能力。

远程智慧ICU解决方案所需医疗设备与医疗信息系统技术参数要求如下:

1）除颤监护仪

与急救对除颤仪的小巧轻便要求不同，在ICU中要求除颤仪可实现每时每天每周自检，可满足时刻保持ICU内时刻待命状态的需求。除颤仪除具备的低能

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

量智能双相波除颤技术，用以实现有效复苏，损伤小，恢复快。此外除颤监护仪还可扩展心电、血压、血氧、呼末CO_2、无创起搏等多种功能，都非常适合于ICU内的急救场景，可以将除颤成功率提到最高，并有效改善患者预后。在治疗过程中就可以通过将心电与除颤数据导出至ICU临床信息系统，再通过5G传输给医生进行诊断与治疗。在治疗过程中就可以将心电与除颤数据导出至ICU临床信息系统，再通过5G传输给医生进行分析与建议。

2）心电图机与远程心电管理系统

与急救场景不同，尤其是紧密型医联体内上下级医院中，中心医院与下级医院同时配置远程心电管理系统，可通过远程技术实现上级医院的远程心电图判读与诊断，供下级医院准确了解病人心电图状态，有效执行医嘱，最终辅助上级医院对下级医院ICU的托管与帮扶。

3）监护仪

除了具备基本生命体征六参数（心电，呼吸，血氧，脉率，无创血压，体温）外，应用于ICU监护场景，还可进一步连续监测双有创，主路CO_2，微流CO_2，心排量/连续心排量。连续监测SpHB能及时发现出血降低死亡率，能降低输血概率，节约输血成本，降低输血的风险；RRa声学呼吸监测能更准确的监测病人的呼吸。支持模块化设备，可增加BIS，IBP，CO_2，PICCO等功能。为支持无缝互连互通，要求标准HL7格式数据传输，每分钟发送一组测量数据，报警数据可实现实时发送。此外，决策支持CDSS工具，包括ST/STE-map /水平趋势图/直方图/高级事件/ 脓毒症管理，能够协助医生仅依靠监护仪信息根据病情的严重程度提供不同的监护。监护仪能在ICU、亚重症环境以及病房床边能随时随地整合周围设备的临床数据，并连接进入信息系统。监护仪还可通过云平台，在标准的Windows操作环境中持续构建各种高级临床决策支持应用程序。配备云平台的监护仪可以实现一个屏幕就让医生既能实时掌握患者的各项生理指标，又能在内部网上查询具备临床重要意义的信息。即使在转运病人的过程中，也可以将周围设备的数据高效地发送到医院信息系统中。医护人员更可以直观地浏览所有可用的患者信息，胸有成竹地作出诊断。设备管理仪表盘：通过5G网络把监护仪连接在一起，设备管理软件可以实时监测监护仪的工作状态，并对监护仪做软件推送，升级，抓取屏幕，提供良好的设备维护。

4）院内中央监护系统与中央信息中心

通过5G 医疗专用网关，心电监护，呼吸机数据等床旁设备，可以较低延时，较小丢包率，实时与中央监护系统对接。中央监护系统还可进一步拓展功能为中央信息中心，进一步整合床旁设备，并对接医院其他信息系统，如LIS等，整合患者入科后全面数据，从人口统计学数据，实验室数据到床旁数据（监护仪，呼吸机等）全覆盖。基于病人的全面数据，结合临床决策支持工具，可让医护人员在医生办公室或者护士站即可监测患者病情变化，观察用药或治疗后的效果评估，迅速检出高危患者，实现早发现、早治疗，挽救病人生命，改善患者健康状况，从而帮助医院实现从报警到预警的飞跃，提升治疗和护理质量。此外，可通过医院的ADT系统来接收患者，一次扫码，患者数据自动录入中央监护系统和床旁设备，大大减少收入病人工作量。如部署全院级别中央信息中心，还可

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

以进一步实现跨科室互联互通，全院级患者数据浏览，一键转床，转科，转运，患者数据跟随患者自动转移，实现患者从入院到出院的全流程无缝患者数据整合。中央信息中心还应可以根据责任人的工作职责进行责任分配，过滤无效或不相关数据，只传递每个医护人员真正关心的数据。网页浏览可以实现在医院任何一台经过配置的电脑上远程查看病人监护数据，包括实时的波形和参数，以及警报和波形数据的回顾性检查。从而改善医院工作流程，有效降低成本，提升效率。中央信息中心丰富的数据还需要强大的服务器技术支撑，应用程序服务器和数据存储独立运行，虚拟服务器设置，可确保系统稳定性，延长最大运行时间并提供最高级别的数据安全。报警管理可帮助医院分析报警数据，优化报警限值，减少无临床意义的报警，报警分析和评估，还可审查、调整护理流程，以最有效的方式优化新系统的使用效果，针对报警疲劳问题为医院提供全面的解决方案。能为医院在报警管理和警讯事件上的研究工作提供强力支持，助其攻克报警疲劳这一重大难题。

5）重症信息系统

重症临床信息系统解决了有限的人力资源需要面对巨量的临床诊疗需求，护理人员数量的不足导致了日均护理工时的急剧上升，大量的时间被用于书写临床文书，同时却难以保证其准确性和规范性；在完成繁忙的日常医疗工作后，如何将海量临床资料进行整理、挖掘、分析，帮助医生快速评估患者病情及变化并制定规范化诊疗计划也成为困扰临床医护人员的一大难题。重症临床信息系统可通过中央信息中心将设备和院内信息系统数据全面整合，在系统和设备集成应遵循医疗信息的标准化，使用DICOM、IHE、HL7标准等标准协议。同时以患者为中心自动获取诊疗护理相关数据，保证医疗记录的完整性和规范性，形成结构化数据库和临床映射逻辑，基于专病的高级临床决策支持通过患者临床数据整合、呈现、分析和内置的智能临床决策引擎及集束化治疗方案，实现如VAP、CRBSI、CAUTI、Sepsis 等专病筛查与预警，帮助医护人员快速准确做出临床决策，规范执行治疗方案，突出和识别不良事件并提高患者护理质量。提供全面的业务分析和质控统计分析，帮助识别医疗流程中的瓶颈、优化医疗资源配置、科学化绩效管理、加强科室质控管理，助力科室医疗质量的提升。重症医学的循证医学研究必须要基于大量的临床诊疗数据，在危重症患者病情复杂多变以及ICU 工作紧张繁重等特点的多重作用下，医务工作者想要收集大样本量的数据开展临床研究存在一定的困难，通过重症临床信息系统建设与数据积累，未来可扩建重症专科数据中心并建立重症科研平台，通过大样本数据结合AI技术助力临床研究与学科发展。

6）床旁超声

紧凑型三维移动式超声诊断设备，其轻巧灵动，易于操作，成像品质优异等特点，适用于各种临床应用，尤其是急诊室、ICU、介入室、手术室等各种床旁心血管应用场景。

7）呼吸机

与急救所需呼吸机对尺寸要求的限制不同，ICU用呼吸机除了可以一机兼容有创及无创通气，最高压力可达40cmH_2O，长效后备电池，能够维持设备工作6小时以上。还可使用高压氧，氧浓度21-100%精确可调。除基本通气模式之外，更可兼容智能模式，

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

如平均容量保证压力支持模式（AVAPS），成比例辅助通气模式（PPV）。同时实时监测至少6种通气参数。数字式 触发追踪功能 （Auto-trak），在无创通气时，能够自动检测泄漏量，并自动追踪及调节触发 和切换阈值，从而保证良好的人机同步。

8）其他床旁设备

如可根据医嘱控制输液要求的自动输液泵，辅助肾替代方案的CRRT设备，以及人工心肺 ECMO等。

1.2.2 智慧影像中心

院内智慧影像应用全景描述

各种医学影像如放射影像、超声影像、分子与核医学影像、内镜影像、病理影像等承载了绝大部分的医学可视化数据，覆盖了绝大部分院内临床科室的业务范畴，是院内-院间远程智慧医疗的重点应用与落地的板块。院内影像诊断与院前影像筛查的最大区别在于其检查对象基本上是已经有症状、有疑似病征或者是有初步诊断的病人，影像诊断的主要目的是发现病灶、评估疾病的状态并为临床医师对疾病的进一步治疗与干预提供支持与引导。具体在诊断报告中要体现“三定”：定位一确定病变涉及的器官、解剖部位与具体的位置，定量一测量病变的各项参数并描述其影像学特征，定性一确定病变的性质与预后。所以院内影像诊断的主要要求在于精准诊断与及时方便的数据共享，促进各个临床科室在治疗与干预上的协同与合作。在以往各级医院相对独立运营的情况下，基层的社区健康服务中心（社康中心）/乡镇卫生院建有X光室与超声室，二级或以上医院都有独立的超声科、放射（医学影像）科与病理科，其临床科室有其各自的内镜室（胃镜/肠镜/喉镜/气管镜等），顶级三甲医院配备有对设施、人员专业水平要求很高的分子与核医学科，形成了一种小而全的格局。随着近年来各级政府在卫生领域投入资金的增多，很多社康中心与乡镇卫生院都配备了低端多层螺旋CT与中端彩超，二级医院配备多台CT、磁共振、高端彩超与高端内镜，PET-CT/PET-磁共振也进入了越来越多的三甲医院。但是专业技术人员的培养需要较长的时间周期，基层医疗机构具有与影像/病理相关诊断权且具有一定经验的执业医师仍然较少，影像/病理领域医务人员紧缺和严重失衡现象一时很难解决，乡镇群众舍近求远到县、市等大医院现象和群众看病难问题尚未得到根本缓解。另外，高端医疗设备的购置也会造成医疗机构运营成本的不断上升。在这种情况下，成立区域或者跨区域医联体与县域医共体，对有效的整合各种资源，促进高端医疗资源下沉与医疗水平同质化，真正贯彻并落实基层首诊-双向转诊的分级诊疗制度具有相当现实的意义。

在这样的大背景下，基于（跨）区域医联体与县域医共体的跨院区影像中心、超声中心、内镜中心与病理中心等应运而生，通过共享中心覆盖下各级别医院的相关专家与设备资源，并建立医疗工作协同机制，帮助基层医疗机构提高技术水平与服务能力，吸引和留住区域内病人。对于这些中心而言，数据共享、网络传输、远程诊断/会诊加上及时反馈，形成“信息多跑路，病人少跑腿，跑一次就好”的服务格局，是真正做到高端医疗资源下沉与医疗水平同质化的核心。在以下的论述中，这些中心都代表着各类远程中心。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

5G智能影像中心网络建设需求

医学影像中心是远程影像会诊中必不可少的部分。5G+智能影像中心的建设将成为未来主流大中型医院重点关注的方向。利用5G网络、人工智能技术、大数据及云计算等技术，可实现患者完成超声、CT、DXR、磁共振等扫查后，图像数据通过5G网络传输至院内医疗云，实现医疗影像数据的云端存储与跨区域查阅。通过云边协同的方式实现医疗影像数据的实时安全共享，满足移动远程阅片的需要。结合影像AI技术可实现对影像的智能分析与诊断，辅助医生进行阅片，提高医生读片效率。

5G智能影像中心在网络系统设计将严格遵守各种相关的技术原则，遵循如HIMSS评价体系等各种相关的技术标准和规范，在网络建设标准上需满足以下要求：

1）先进性和实用性

采用先进成熟的技术满足内部应用系统的需求，适应院内影像数据资料的传输需要，使系统在相当一段时期内保持技术的先进性，以适应未来信息化发展的需要

2）安全性和可靠性

需保证各项业务应用安全与可靠的要求，避免在网络系统应用中的人为故障。对网络结构、网络设备等各个方面进行高可靠性的设计和建设。采用硬件备份、冗余等可靠性技术提高整个网络系统的可靠性。实现医院5G应用数据流与普通用户5G数据流的物理或者逻辑隔离，在医院业务系统通过5G网络与外部网络交互时，端到端数据流需要进行静态或者动态加密，并且具备防DDOS攻击等安全防护措施。

3）灵活性和可扩展性

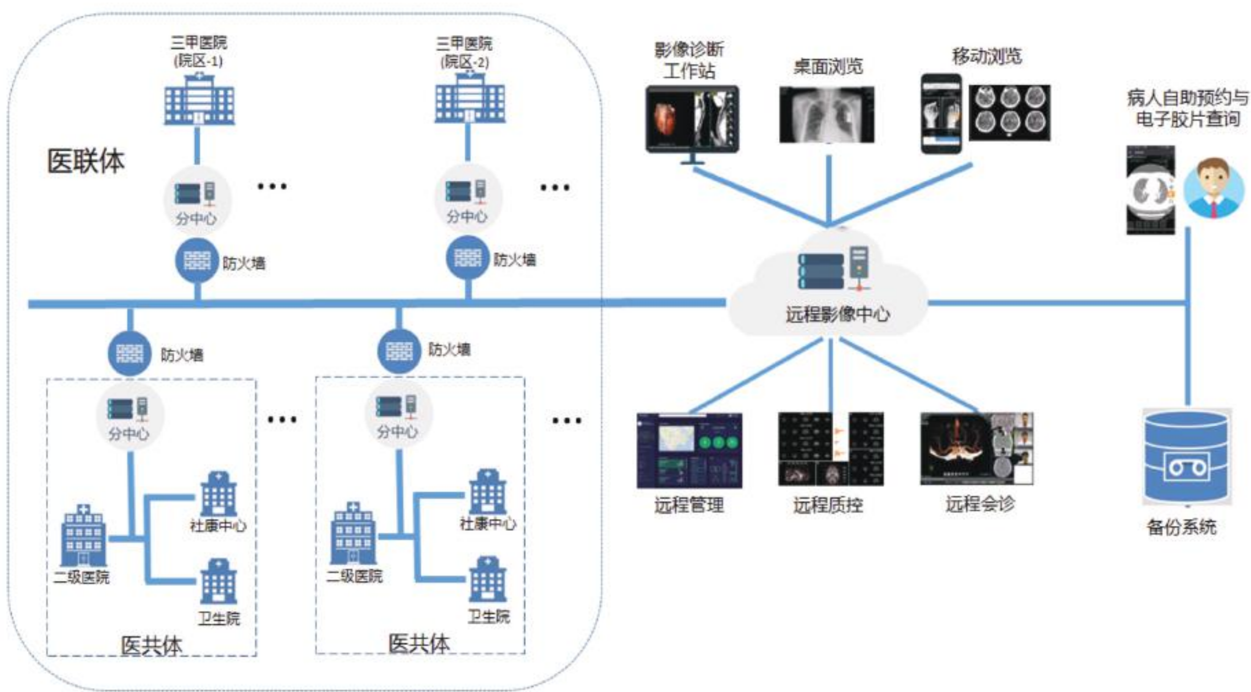
5G网络是一个不断发展的系统，在当前由NSA向SA过渡的时间段内，提升现有网络建设的的灵活性和可扩展性，根据医院影像业务发展建设的需要，更好的进行网络扩展升级。使网络建设中具备支持多种应用系统的能力。

5G 智慧影像中心系统功能

图8所示为一个典型的医联体内远程影像中心的架构图。其组成实体包括一个在医联体各个医疗机构之上的中心结点与设立在医联体一级参与单位内的各个分中心结点。这里一级参与单位指1）作为医联体内主要牵头单位——三甲医院的各个院区，与2）医联体内加盟单位——县域与城区二级医院牵头组建的医共体。基于二、三级医院的运行现状，本地分中心是建立在本地物理服务器组成式存储私有云或公有云的配置方式，赋能用户根据自身规划进行海量数据的高效管理及应用。这样的架构能实现医联体内医疗机构之间影像检查信息共享和影像数据互联互通、开展影像检查集中管理、智慧预约、网络化三维处理、远程AI或者专家阅片等服务，解决医疗影像专业诊断人员资源分配问题，推进分级诊疗同时提高影像检查设备利用率。同时远程智慧影像中心也能在医联体内各医疗机构中，无论是三级医院、二级医院还是基层社康中心或者卫生院，推行包括影像设备智能协作与远程质控在内的“共用一套影像系统”，并开展基于高速

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图8】5G 智慧影像中心系统功能架构

网络的多方远程会诊、远程病例讨论和继续教育，提高各级医疗机构影像诊断医务人员的业务水平与跨院多方协同能力，在临床、科研、教学三方面产生可持续效益。病患则可通过智能手机的微信小程序或者专门的App以绑定医保卡或者医院就诊卡的形式与此系统相连接，查看检查安排、自助预约/改期或者查看影像与诊断报告。

下面我们通过智慧预约、影像设备智能协作与远程影像质控、各种模态的远程影像诊断、远程协作与数据中心来进一步说明远程影像中心的各种应用场景。

1）智慧预约、影像设备智能协作与远程影像质控

经过多年的不断投入以及影像科医务人员常年的超时劳动，大部分医疗机构的临床医生开出的影像检查单可以最多在3-4天内完成，很多甚至是当天开单当天检查。但是对于不少区域高水平三甲医院与具有某些特色专科的三甲医院，一些复杂的，与病情综合评估和治疗规划密切相关的影像学检查（如磁共振多序列脑功能成像，各种肿瘤术前多期多序列磁共振检查等）耗时长，需求大而机位紧张，预约时间普遍是一个星期左右甚至更长。另外传统的影像检查预约也基本是由影像科人员在本院内进行安排，对病患而言信息不对称不透明。一些非急症病患如果因为临时的原因需要改期，也需要联系科室人员进行操作。同时传统的预约系统也不能考虑病患在本院其他的检查项目以进行综合安排，造成病患可能需要多次排队和检查流程繁琐的情况。

在基于医联体的影像中心中，智慧预约系统能够利用AI与BI（即商业智能，business intelligence），将医联体内机构的影像设备、开展的影像服务类别、号源等形成资源池，进行统一的整合管理。在充分考虑病人的所处位置、本人意愿、检查的部位、类型与临床目的的基础上，智慧预约系统可以通过重组流程、

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

整合资源、完善分配规则和主动获取额外信息去实现检查预约优化，包括合理协调医联体的影像设备资源，合理的安排患者检查的时间和场所，节省患者的等待时间，避免多种检查的时间冲突，提高医联体设备的利用率。例如机位紧张的三甲医院如果坐落在某城区，可以适当分流一些方便通勤的本埠非急重症门诊患者去医联体内同城区中交通相对方便的二级医院进行影像学检查，缩短他们的通勤与排队时间，同时也可以缩短外埠病患与住院病患在本院的等待时间。病患也可以用移动设备通过微信小程序或者其它专用App在实名验证后接入智慧预约系统，查看已经安排的检查，自助预约或者改期，或者查看已经完成的检查的影像和诊断报告。如果已经预约的检查能细化到以15分钟为单位结合通勤规划的功能，就能很好帮病患安排在检查那天的工作、家事以及通勤安排，在一定程度上缩短病患通勤时间与在医院的等待时间，提高病人体验。另外，智慧预约系统也可以做到提前向患者的移动设备推送本次扫描所需要的注意事项、检查前必要的准备工作（如空腹，服用清肠剂等）和患者配合扫描需要提前准备的相关训练，使得扫描过程更顺畅，并且提高影像检查的质量。

要顺利地在医联体影像中心内实现资源整合、优化利用与跨院区数据共享，让病人不再集中于三甲医院，影像检查的同质化无疑是一个必不可少的要求。基于设备与技术力量配备的原因，人们理解基层社康中心的低端CT上不能做心脏扫描，一般二级医院的磁共振上也不能做脑功能成像，但是我们应当要求社康中心的CT上做的肺部扫描能和在二级医院的CT上做的检查一样，把可能的肺部感染或者结节检测出来；我们也应当要求在二级医院的磁共振上做的腹部检查和在三甲医院的磁共振上做的一样，把可能的占位性病变检测出来。尽管各影像设备的自动化程度越来越高，扫描流程、扫描协议与参数设置日益标准化与简化，影像技师的水平与经验还在很大程度上影响成像的质量，也间接地对影像诊断与后续的诊疗措施带来影响，例如比较复杂的多期增强CT/磁共振扫描与多序列磁共振扫描，另外超声扫查诊断中对超声医师/技师的扫查手法依赖性更大，容易造成很大的操作者间差异。在医疗体系中，一、二级医院受这种情况的影响比较大，容易引起误诊漏诊，病人由下至上转诊时很多时候也会被要求重新接受影像检查。针对影像设备开展智能协作，做好影像质控是远程影像中心的重要工作职责。

在远程影像中心的架构下，医联体内各个医院的同品牌同类型的影像设备可以互联互通，其扫描协议与参数设置以三甲医院为参考标准统一化。新接入（新购置）的设备可以通过联网获取医联体内同品牌同类型设备的配置信息，使得下级医院基层医院直接获得了上级医院技术与经验的积累。当厂家工程师来一家医院对某设备的扫描协议、序列和参数设置做升级或者调整后，通过联网可以对同品牌同类型的设备配置做出及时的更新，保证配置的一致化。这些技术手段从硬件与设备上为影像中心的服务同质化提供了保障。

影像科现有的质控主要以扫描完成后的图像质量即时检查与定期的质控评估为主。扫描后的即时质量检查指病人在完成扫描后，影像技师会在等图像重建出来后，快速地浏览一遍，凭经验判断图像内容与质量无重大问题，适合放射医师进行解读与诊断后，

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

就会让病人离开并呼叫下一位病人进行扫描。定期质控评估指影像科室对在一段时间内（如一个月，一个季度等）所进行的所有影像检查按照行业规范的要求，计算并统计一些质控指标，如甲片率、次片率、扫描协议与临床指南的符合率、诊断报告的合规率、诊断阳性率、事故征候率、临床医师或者病人投诉率等，对科室的医技与服务水平进行一种事后的评估。

在医联体远程影像中心的架构下，利用5G网络+边缘计算服务，可以为医联体远程影像中心提供云网边协同的，具有开放集成能力的医疗使能平台，支撑医院远程影像质控业务的开展，为医疗行业客户提供优质的数据连接与计算服务，最大化5G新技术和网络能力的价值，支撑医院远程影像质控业务的开展。对于“AI+远程影像应用”领域来说，利用MEC异构计算技术可以提供强大的三维影像渲染能力，5G技术的低时延特性可以保证业务数据的实时交互。部署在边缘云上的AI远程影像应用可以降低医生误诊率，指导医生给出更为精准有效的治疗方案，同时，通过5G医疗网关实现与院内多种影像设备的连接，利用在院内MEC进行影像数据本地化运算，将大大提升传统图像处理速度。利用AI算法对影像质量进行评估，若评估结果是非甲片则直接给影像技师反馈并建议重新扫描；如果评估结果符合要求则把影像继传给云端的远程影像中心进行下一步的判读与诊断。对比传统影像中心质控方法，节省沟通及重复传输的时间成本，加快远程影像诊断进程。定期质控评估也能够以天而不是月为单位进行，无论是影像中心的医技人员还是管理者能够很方便的调阅查看本院或者本中心的可视化质控数据，及时发现问题，提高影像服务的质量水平与医生满意度。

远程超声中心质控的原理与架构与远程影像中心的基本类似，不过由于超声的实时性强，扫查内容差异性大，视频流数据量大，对操作医师/技师的扫查手法依赖性也大，所以对超声扫查的即时质控评估的要求也更高，基于5G边缘计算与AI技术的质控手段在现阶段还不能满足超声即时质控的要求。有一种方法是结合远程超声诊断/会诊系统，增加一个质控监督员的角色。这个角色，通常由具有主任/副主任医师职称的资深超声医师来担任，在医联体远程超声中心的设置中，三甲医院的质控监督员可以对本院低年资超声医师/技师（住院医师级别）、规培生或者医联体内二级医院的低年资超声医师/技师/规培生的扫查进行实时质控，二级医院的质控监督员可以对其所在医共体的基层医疗机构的超声技师的扫查进行实时质控。通过相应的客户端配置与账号设置，质控监督员岗与相应的超声机位建立起基于5G的实时流媒体视频与音频传输并可随时切换，质控监督员可以查看低年资医师/技师或者规培生所在机位的实时操作情况，并在必要时候通过音视频交流给予实时指导来完成必要的扫查质控，不断地规范低年资医师/技师的工作质量，提高他们的操作水平。

2）多模态远程影像诊断

各种放射学模态，如数字X光及其各种衍生成像、CT与磁共振是远程影像诊断的重要组成部分。如前所述，我国的基层医疗机构如大量的社康中心、乡镇卫生院和体检中心已经普及了X光，有的已经配备了中低端CT；大量县区的二级医院有了中高端CT与磁共振设备，可以说影像设施已经基本完备，但是三级医院尤其是三甲医院的影像科还是人潮汹涌，主要原因还是在于三甲医院影像科无论是成像还是影

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

像诊断的技术水平更高，经验更丰富，提供了更多的与大病治疗引导与追踪相关的高级影像服务，同时与三甲医院的临床专科形成了一条龙的全服务流程。一个医联体内的远程影像中心，其主要目的是通过医疗资源的下沉与均质化措施，尽量使占所有影像学服务3/4以上的基础到中级的影像学服务在基层医疗机构或者二级医院开展，让三甲医院得以开展更多高增值、客制化、与大病治疗引导与追踪相关的高级影像学服务，并避免不必要的重复检查。

这样一个远程影像中心平台主要使实现以下功能：

- 基于DICOM标准的影像数据的存储、传输、浏览、处理、报告、分发与管理
- 实现对基层医疗机构影像检查的集中诊断和集中审核，实现医联体内设备和人才资源的全面共享，全面提高区域范围的影像诊断质量和服务水平
- 提供对紧急情况下的实时影像诊断的支持
- 提供对疑难检查病例的会诊支持
- 提供科研素材与业务学习资料的方便获取，对基层医院影像医生/技师培训的支持；建立医联体内的影像读片资料库和典型病例库供教学和科研使用
- 建立医联体内各医院的阅片质量追踪数据库,通过影像质控加强对医联体内影像医学质量管理，提高影像诊断质量和对医疗工作的保障。

相比于远程影像平台主要是以非实时诊断，静态图像传输为主，远程超声平台对于实时远程诊断的需求更高，对于视频流与高质量影像短视频(cine loop)上传的要求也更高。一般而言，远程超声实时诊断需要双路视频串流(dual video streaming)与双向的音频串流。其中一路视频流是显示采集的实时超声影像，另一路是高清摄像头所显示的操作医师/技师扫查手法与探头位置的视频流。对于上级诊断/会诊医师而言，很多时候两路信号缺一不可，尤其是后者显示了操作医师/技师的扫查手法与探头位置，上级诊断/会诊医师依靠这路视频信号，对判断所看到的超声影像是否是真正对诊断有用的关键切面起到非常重要的作用。同时双向实时音频交流能够让上级诊断/会诊医师对病人端的操作医师/技师给出实时指导，更好的进行扫查。由于超声使用灵活方便的特性，床旁与术中超声也被大量应用于病情评估，治疗与介入引导，术中探查等场景。这些场景中很多超声设备的使用者是临床科室的医师，并不是超声医师或者技师，尽管他们受过这些方面的超声培训，但是碰到一些特定的情况还是需要专业超声医师的指导，实时远程超声就能起到很大的作用。特别是有了移动端应用后，不光可以突破地域的限制，一些时间上的限制都可以突破。

3）远程协作与数据中心

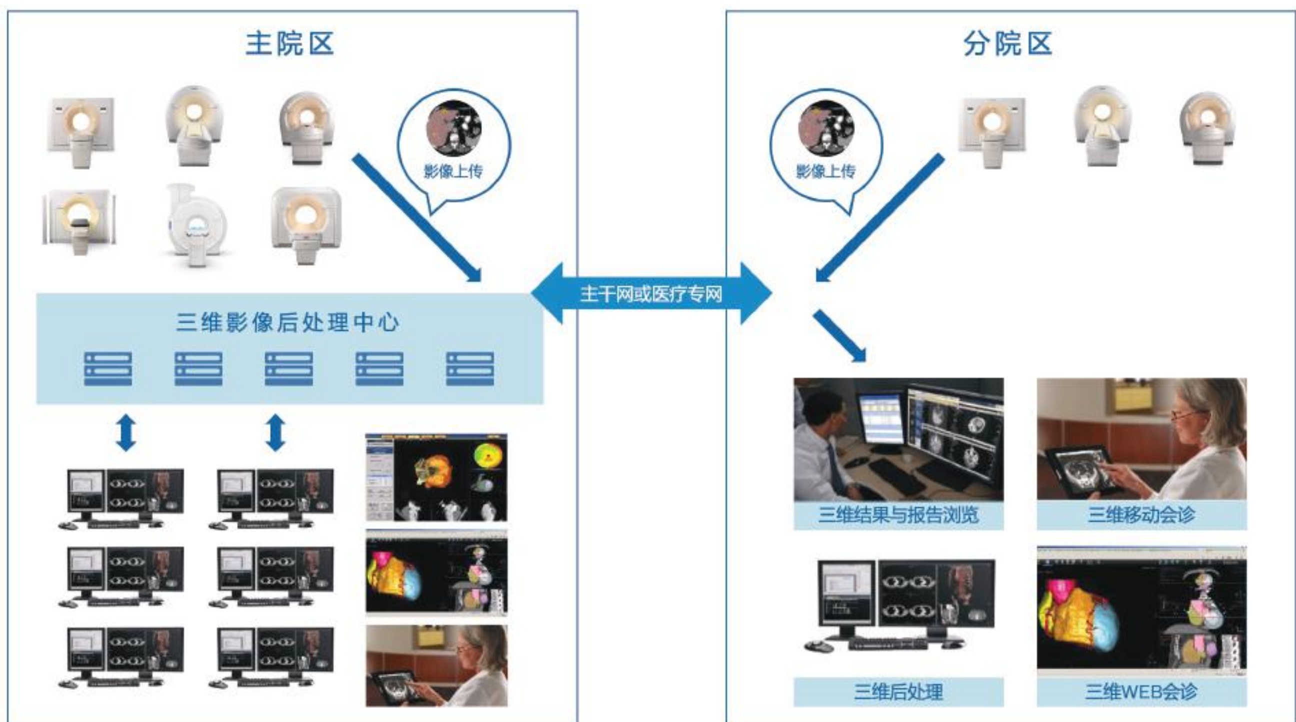
完成影像扫描、阅片并给出影像诊断报告仅仅是整个医疗照护全过程的一部分，影像数据在预后分析、术前规划、术中导引、术后评估与随访方面起到了相当大的作用。如何以影像数据为中心，以影像平台为依托，有效整合跨科室跨院区的协作与管理，对提高全流程的照护质量有重大意义。而这样的跨科室跨院区协作，会随着分级诊疗的推行而越来越多。下面我们以一个典型的医疗场景进行说明：一位病人因不适在一个医联体内的二级医院就诊并做CT检查，经过二级医院的放射医师的读片诊断加医联体内三级医

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

院放射医师的审核，再加上远程多学科会诊，被确诊为肝癌一期。二级医院的普外科医师与三级医院的肝外科医师运用影像分析软件，在病人的CT图像上对采用外科切除与介入消融都做了术前规划并进行了交流，最后决定采用介入消融的治疗手段。介入治疗在二级医院进行，在治疗中，现场操作医师将实时超声数据与术前地CT数据做了融合以更好地引导消融针的进入，现场操作的外科医师与超声介入医师，与三级医院超声介入医师通过远程超声平台进行实时交流，三级医院的超声介入医师观看了介入治疗全过程并提供了实时指导。治疗后，病人定期去二级医院复诊CT，二级医院的放射医师通过比较复诊CT与原始CT，对病灶在介入治疗后的情况进行评估。这个场景，非常典型地描述了远程影像平台，远程影像协作与数据中心在跨科室，跨院区医疗协作中的突出作用。

三维影像数据中心是覆盖多病种领域、多模态影像、跨品牌跨设备多用户的高级可视化应用平台，可为复杂病例提供一站式影像解决方案。影像数据中心集成有可涵盖包括影像、肿瘤科、心脏科、神经内/外科及骨科等各临床科室诊疗需求的临床应用模块，支持多院区的多点部署、远程协作与远程诊断，拓展了多种协作的可能。三维影像数据中心在多院区部署下的主要架构与数据流（如图9所示）。这种架构完全适合城市医联体的三级中心医院–分院区–挂靠二级



【图9】三维影像数据中心的多院区场景架构

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

医院的组织场景，实现主院区与分院区和挂靠医院的所有影像数据互通、集中三维后处理、集中诊断、集中影像数据存储等，实现影像诊断对治疗规划同质化。影像科医生与临床科室医生可以把任意的移动设备作为多模态影像查看器，不受时间和地域限制地查阅患者影像检查与后处理的结果，快速掌握患者病情，并依据对影像的持续追踪和分析，制定有针对性的个体化治疗方案，促进院内-院间影像和临床科室联动。

1.2.3 远程会诊中心

远程会诊自20世纪五十年代诞生以来，以其方便、快速、准确的服务特点，很快就在西方国家流传开来。改革开放之后，我国逐渐开展了远程会诊医疗服务，但因我国医疗界的医生服务意识不高、患者不了解远程会诊的优点，使得远程会诊服务一直未得到普及性发展。

随着科技的发展和通讯技术的进步，远程会诊改变了患者必须亲临的就诊方式，使患者在足不出户的情况下，即可得到医生专家的诊断服务。医生应用远程会诊技术，对患者的病情做出全面分析与总结，可以得出与线下就诊相同的科学诊断，给出合适的治疗方案。远程会诊节声了患者的就诊时间，免除了患者长途奔波、挂号排队的劳碌之苦，也提高了稀缺专家资源的利用效率，将高水平的诊断服务推送到了患者的家庭和居住社区中。

远程会诊主要采用音视频会议与医疗设备、系统相结合的方式，可服务于于医生对患者、医生对医生等多种场景。既可应用于慢性疾病的复诊，如目前我国互联网医院的主要服务模式，也可以应用于复杂病例讨论，如手术中会诊、远程影像会诊、远程病理会诊、肿瘤多学科会诊（MDT）等。

受制于传统网络条件限制，上述会诊主要采用的是音视频会议的方式开展，即远程视频会议，参会方需要在固定场所，仅通过摄像头拍摄参会者画面，且清晰度较低，并不能很好地适配手术、影像等最需要

	应用类型	传输速率	传输时延	现有网络
传统视频会诊	视频（1080P）	10 Mbps	≤50ms	满足
	视频（4K）	50 Mbps	≤50ms	传输时延满足，传输速率无法满足
	电子病历资料	2 Mbps		满足
	影像、B超、病理资料	10 Mbps		上传、下载时间长
虚拟现实会诊	VR/AR视频（4K 2D）	25 Mbps	≤50ms	传输时延满足，传输速率无法满足
	VR/AR视频（8K 2D）	100 Mbps	≤50ms	无法满足
	VR/AR视频（12K 2D）	400 Mbps	≤50ms	无法满足
	VR/AR视频（24K 2D）	1000 Mbps	≤50ms	无法满足

【表5】远程会诊对5G网络性能需求

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

会诊服务的情况。5G网络的特性可以充分满足上述会诊应用场景的要求，为院内/院间开展远程会诊提供网络条件的保障。

1）5G网络可配置较大的上行带宽，最高可支持3路30mbps码率的4K超高清视频同时传输，保证了会诊画面的清晰不失真，可完美适配目前最高分辨率的内镜等数字化影像设备，将会诊医生所需要的图像细节清晰展示，避免画面不清晰造成的误诊漏诊，提高远程会诊准确率。

2）5G网络超高下行带宽速率可达1Gbps，在复杂手术、疑难病理会诊及远程术中冰冻等场景下将充分发挥优势，实现影像、病理等较大数据的快速传输，有效提高远程会诊的效率。

3）5G网络超低时延超高可靠可实现远程实时超声会诊。超声检查是医院对于患者的非侵入式检查中最为普及的一种，在广大基层医院中应用广泛。而基层医院往往缺乏高水平的超声诊断医生，有时仅配备1至2名超声技师，难以对患者做出有效的超声诊断。5G网络下超低时延可将端到端的数据传输时延降至100ms以下，可实现超声专家通过远程会诊系统，实时、同步观察超声检查手法与超声图像，远程指导基层医院完成超声检查并出具诊断报告，极大地提升了基层医生的诊断水平，提高了基层医院超声检查的准确性和患者满意度。

4）5G作为无线通信技术，可实现数据的无线传输，对于手术室、患者病房等复杂场景，无需进行技术设施改造、网络布线等操作即可应用，极大方便了远程会诊服务开展，参与方不再局限于会议室。另外，对于急救等院外移动场景，5G网络可实现车辆在城市内行驶过程中的连续高速连接，在急救过程中进行远程专家会诊，提高急救救治效率效果。

随着网络技术和虚拟现实技术的不断发展进步，未来在远程会诊中，将可以用到更为先进易用的VR/AR/MR技术设备，使参与会诊的各方获得更具沉浸感的体验。通常复杂的介入手术需要医生和技师的紧密合作同时还需要有多种医疗设备的辅助。医生和技师需要时刻留意各种监护仪器的数据，同时操作多种影像设备和介入手术设备。而手术室的所处空间一般是固定的，很难再增加更多设备和助手。利用头戴式混合现实技术（例如HoloLens），可以大大解放医生和技师的双手，使得所有影像、监护数据、操作界面等都汇集在手术医生佩戴的头部显示器中，医生可以更关注于手术本身，而不必成为机器的奴隶。大带宽、低延迟、高可靠的5G网络结合边缘计算，可以在无线环境下进行更复杂的数据和图像处理。在手术医生和技师不足的情况下，甚至可以通过5G+虚拟现实技术进行远程协助，进而提高介入手术的效果。

1.2.4 院内/院间智慧应用小结

5G赋能的远程ICU解决方案，可以实现多院区间或上下级医院间不同ICU的同质化标准化管理。基于5G医疗专用网关实现数据解析、存储、传输和异常报警等功能，确保数据安全传输。基于5G医疗专网的无线空口实现高速数据传输，使监护数据在ICU的大

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

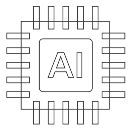
量密集设备场景中保证同步传输和AI数据分析。5G的低延时及高可靠不仅可实现生命体征及床旁设备的远程实时监控，提高医护人员的效率，还可在基于高清视频的远程协作下实现远程查房，远程会诊从而真正利用5G高带宽的特性在有限的医疗资源实现医疗质量和临床结局的提升。整合了多模态数据的远程智慧ICU系统还可以依托云计算与人工智能技术实现对远程临床决策支持算法的支持，进一步辅助实现院区间的医疗服务的同质化。在重大公共卫生突发事件等场景时ICU重症监护的作用也显得尤为重要，基于5G的远程ICU监护可以实现远程实时监护，并且能及时了解患者连接床旁设备的参数显示和危急值报警，既保证了患者安全又降低了医护工作者的感染风险。5G赋能ICU场景可以实现院内重症监护环节的无线化、远程化、移动化、智能化升级。未来随着5G芯片模组的进一步发展和应用，还将进一步完善院内IOMT的建设，彻底实现多设备的可移动与无线连接，为快速配备ICU设施提供了可能性。

院内院间远程影像中心的方案，主要目的是要达到资源优化、精准诊断、数据共享与促进协作的目的。在5G赋能下，可以实现多院区间或者上下级医院间影像诊断服务的同质化标准化管理，包括智慧预约、影像设备智能协作、远程成像质控与影像判读诊断，提高工作效率并减少影像诊断报告的周转时间。在治疗规划与评估方面，5G赋能的三维影像数据中心可以通过跨科室跨院区的部署来共享数据与各种三维影像后处理与可视化的工具，促进不同临床部门的合作与协同，为病人提供更好的治疗方案与术后评估。5G的低延时及高可靠能保障远程实时影像或超声会诊的顺畅进行，还可在基于高清视频的远程协作下实现手术或者介入过程中的实时远程引导，直接改善临床效果。5G远程超声/影像协作的普及应用，可以充分发挥上级医院的优势资源，直接与基层医院的患者对接，使诊疗变得更加方便快捷。5G远程超声/影像会诊与协作、培训教学与学术交流等活动还可使基层医院超声/影像科医师及时了解掌握国内外医学影像技术的最新发展，有效带动和提升基层医院整体医疗水平。

未来随着5G普及以及相关标准化的发展和应用，在实际诊疗过程中，医生们经常需要进行多科室的会诊讨论，5G通信技术可以更好、更高效地把分散在各处的数据、影像、专家连接起来进行实时的合作。通过应用5G医疗智能网关，医护人员可以随时的调取和实时分享更多、更大的医学数据，例如数字病理、高清影像数据等，从而使得肿瘤等疑难病症的多学科会诊更有效更准确。利用5G移动设备的多路高清远程视频音频会议，可以打破空间限制，让处在各地的专家随时进行高效的讨论，使宝贵的医疗资源得到更加充分的使用。在5G推动下，虚拟现实技术将提供更具沉浸性的体验感，未来将会运用在更多的远程医疗场景中，用信息技术实现医疗资源下沉，让患者“大病不出县”。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



1.3 院后智慧医疗健康应用

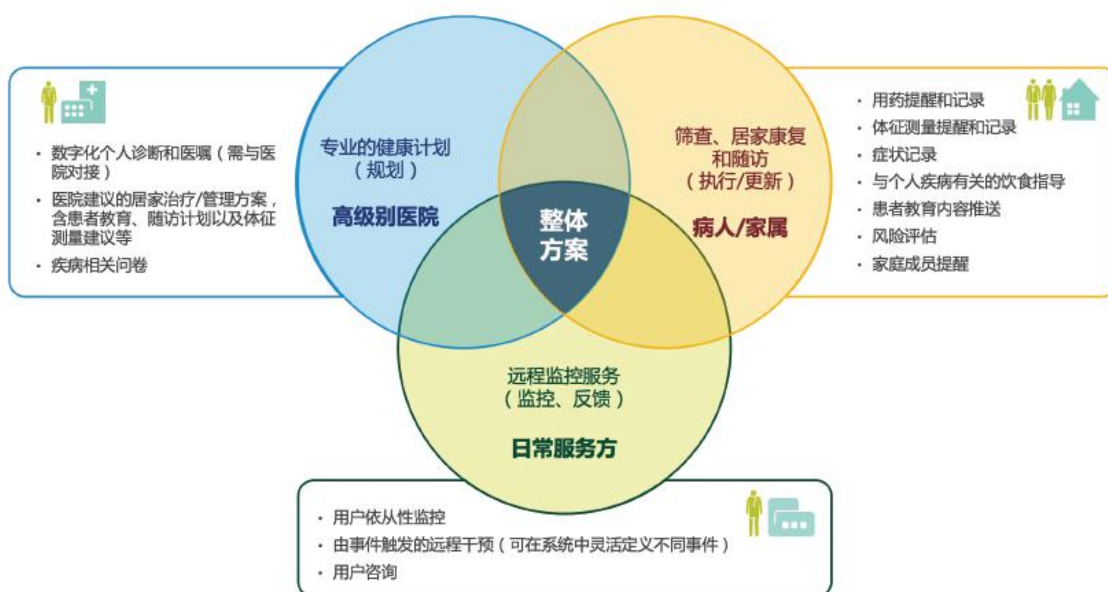
在“健康中国2030”规划的推动下，医疗关护服务从医院延伸到家庭等低成本环境中成为必然趋势，医疗健康关护服务的方式正在不断创新，变得越来越多元化。在“以人为本”的健康管理理念中，健康医疗不仅限于院内，而院外管理也不仅针对于出院后的患者，患有慢性疾病但从未入院治疗的人群也是重要的服务对象——如果他们的症状得到妥善处置，完全可以避免入院治疗。

借助5G网络技术，可以连接医院、社区、家庭等各个关护场所，集成多个健康信息技术渠道汇总患者数据，智能分析了解患者群体的健康需求，为统筹医护服务提供有价值的依据，并让更多的患者参与其中。以患者促健康、降成本为目标，提供覆盖健康生活方式、疾病预防、诊断、治疗和家庭护理各个环节的“健康关护全程”综合性解决方案。

1.3.1 心脑血管家庭关护和康复解决方案

飞利浦心脑血管家庭关护和康复计划方案基于慢病管理平台VitalHealth，该平台已经在全球100多个医疗健康网络中得到应用，为糖尿病、慢性阻塞性肺病（COPD）、心力衰竭、抑郁症、癌症和老年痴呆症等慢性病患者开发了具有变革性意义的基于云端的电子健康解决方案。VitalHealth慢病管理平台可以为包括医院、医护机构、患者、保险公司等在内的健康医疗关护生态系统提供更好的服务，加快推动推动医疗系统加快向“价值型模式”转型。

VitalHealth的解决方案能将患者测量结果、患者参与、护理协调和医疗分析很容易地集成到电子病历（Electronic Medical Record，EMR）中，并通过5G医疗专网连接院内外，服务于医护人员和患者。该



【图10】心脑血管家庭关护和康复解决方案

liaohan.net nblax520.com

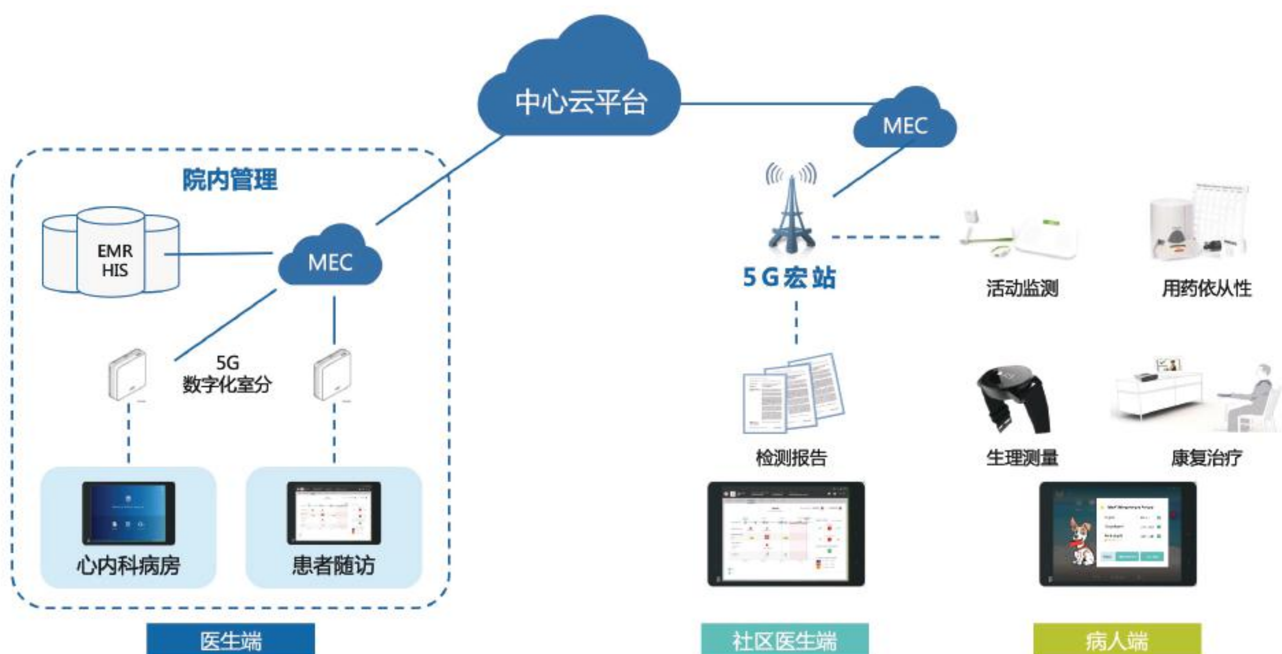
lax889889.com 299520.xyz

平台可以通过配置的方式创建针对不同病种的互联关护应用，并能同时在台式电脑、平板电脑和智能手机上呈现，从而连接和协调参与关护的各个角色，形成完整的、基于互联网的专业关护服务。临床指南和临床经验可以不断地累积，互联关护应用不再是仅仅提供医患互动或远程会诊的便利，而是成为执行最佳实践和质量控制的有效工具。

心脑血管家庭关护和康复计划方案是由智能硬件、手机应用、后台管理软件，结合本地化的服务组成的规划->执行/更新->监控->反馈的闭环管理方式，通过5G技术，将各参与方有效地串联起来，分别定义适合各方的职责，从而更有效地提高慢病病人的规范化的一级和二级预防的实施。如果系统预测到用户可能会出现紧急情况时，会进入实时的远程监控状态中，智能硬件如心电设备采集的心电信号会实时传输到云端和医生端，智能的分析解读处理以及及时的人工干预将降低患者发生意外情况的几率。在心脏康复的过程中，当用户在做康复运动时也会同时进行心电的监测以保证用户的安全。在5G网络技术的支持下，智能设备的数据会实时、可靠、稳定地传输，从而给与用户更安全的防护和更及时的干预。5G网络技术更精确的定位功能，还可以保证用户在户外发生紧急情况时得到及时的救治。

1.3.2 慢性呼吸疾病综合管理解决方案

呼吸系统疾病是临床上的常见病，多发病。以慢阻肺、哮喘等为代表的慢性呼吸疾病，与心脑血管病、



【图11】5G家庭关护和康复系统整体架构

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图12】肺管家健康管理平台方案

恶性肿瘤等被世界卫生组织共同列为全球“四大慢病”之一。

慢性阻塞性肺疾病，简称慢阻肺(COPD)，它是一种以气流受限为特征的慢性气道炎症性疾病。慢阻肺目前居全球死亡原因的第4位，仅次于脑血管疾病、肿瘤和心脏病。最新流行病学调查结果显示，目前我国40岁以上人群慢阻肺患病率为13.7%，患者数量已经达到约1亿人，成为仅次于高血压、糖尿病的中国第三大常见慢性病。同时，每位患者年均医疗费达1万元。

慢阻肺是一种可以积极防治和有效管理的疾病。2003年加拿大的关于慢阻肺患者自我管理项目的研究显示稳定的中重度慢阻肺患者住院率降低39.8%，因慢阻肺急性加重期急诊就诊率降低41%：

- 随访12月的结果显示，自我管理项目能显著降低稳定的中重度慢阻肺患者的住院率
- 明显降低因慢阻肺急性加重期急诊的就诊率
- 自我管理干预组的患者的生活质量有了提升

美国的另一项研究显示，对于慢阻肺患者加强教育、进行连续12个月的随访等疾病管理，可以：

- 降低患者因慢阻肺的住院次数和急诊就诊率
- 降低因其他疾病原因的住院次数和急诊就诊率

研究发现，多维度综合管理可使慢阻肺患者的医疗花费降低，人均减少约11.7%。

飞利浦慢性阻塞性肺病健康管理平台（肺管家）是飞利浦呼吸健康关护解决方案的一部分，实现慢阻肺患者的远程管理和并提高他们的依从性。 患者可以通过App掌控健康管理计划，健康信息一目了然，自我管理有的放矢。后台的医生、呼叫中心和服务商通过患者数据监控，提供分析解读数据报告，远程电话咨询，健康答疑，服务计划管理，设备上门维护，参数准确校正等等服务。通过5G网络技术，不但可以保障稳定可靠的患者数据传输，还可以进行远程高清视频随访和指导用户正确使用呼吸机等复杂设备，从而提高患者的治疗与管理效果。

另一种通过有效管理可以提高疗效、减少复发、提高患者生活质量的呼吸道疾病是哮喘。我国20岁及以上人群哮喘患病率4.2%，患病人数达到4570万，而且近30年来中国儿童哮喘患病率趋势上升。如果

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

管理得当，哮喘病对患者生活质量的影响将十分轻微，但是很多患者由于没有得到科学有效的妥善关护，而导致了哮喘突然发作需要紧急入院治疗，情况严重时甚至会危及生命。

哮喘病的诱因包括环境（过敏原、空气污染、气温）在内的多种因素，且在任何时间和地点都有可能发病，因此哮喘患者通常随身携带药物吸入器以备应急使用。可穿戴的传感器能够监测患者的状况并即时发现风险或病发，例如呼吸频率监测便是理想的手段，但在目前的可穿戴设备中还不常见。心率监测也可发现哮喘病发（发病患者即便处于静息状态，心率也会显著上升）。如果搭载了定位功能，还可发现患者周边的环境诱因，建立定制化的风险模型，并及时提醒患者。

哮喘急性发作的致命性需要更加可靠的通讯功能来确保监测方案有效。搭载5G功能的可穿戴设备（例如心率和呼吸监测），可实时了解患者的身体状况；精准的定位可以实时分析室外环境风险因素并根据患者的风险值给出对应的管理方案。另外，搭载5G功能的用药记录器可提醒哮喘患者随身携带，一旦患者忘记随身携带药品或定时服药，可以即时提醒患者或者监护人及家属，降低哮喘急性重症发作的几率。

1.3.3 睡眠健康智能解决方案

飞利浦针对“阻塞性睡眠呼吸暂停”（以下简称OSA）的智能互联睡眠呼吸管理解决方案Dream Family，通过可穿戴设备、数字化互联等技术实现了医患间互联的无缝健康关护。

人的一生有三分之一的时间是在睡眠中度过，而困扰人类的睡眠疾病有近百种之多。其中，严重的打鼾，在医学上被称为“阻塞性睡眠呼吸暂停”，是影响睡眠和健康的重要隐形杀手。OSA患者表面症状只是严重的打鼾而实际上OSA患者每晚可以发生多达数百次的呼吸暂停，每次持续数秒至数分钟不等，严重情况下会导致患者全身缺氧，影响患者心脏和大脑功能。由于缺乏有效的睡眠时间，OSA患者发生交通事故的风险是健康人群的七倍。睡眠呼吸暂停综合征对健康的影响，还体现在与各类慢性疾病的相关性上。有研究显示，我国3000万顽固性高血压患者同时合并有OSA的人群约为70%，冠心病患者中合并OSA的比例近30%；此外，在针对1亿名II型糖尿病患者调查研究显示，他们中同时患有OSA的概率不低于20%。而且，儿童也可能患有OSA，而且因为睡眠时分泌的成长荷尔蒙不足，容易造成发育迟滞。

因此，及时有效诊治OSA等睡眠呼吸类疾病可显著降低心脑血管等慢性疾病的罹患风险。在中国，有睡眠呼吸障碍的患者高达5000万人，但真正接受治疗的不足1%。

飞利浦是全球睡眠呼吸领域的领导者，针对OSA、COPD（慢性阻塞性肺疾病）等呼吸疾病拥有全球领先的覆盖诊断、治疗和慢病管理的一体化解决方案。“Dream Family 睡眠健康智能解决方案”，嵌入数字化技术，为患者带来能更好融入日常生活、符合个体特征、医患互联的一体化睡眠呼吸治疗及慢病

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



【图13】 飞利浦智能互联睡眠呼吸管理解决方案Dream Family

管理方案，旨在保障治疗效果，提升患者的治疗依从性，提高长期治疗的成功率。Dream Family的成员包括：

“DreamMapper”应用软件

全球呼吸健康类别下载量第一（据2018年四月苹果和谷歌应用商店数据）的应用软件“DreamMapper”，通过跟踪治疗数据、设定目标、趋势追踪、生成报告等功能模块，有效地激励患者坚持治疗。临床实验数据显示，“DreamMapper”可将患者治疗的依从性提升22%（据飞利浦呼吸治疗病人依从性管理研究报告），治疗成功率提高283%（据飞利浦2018年年度报告），并且能更快捷和准确地为临床医师提供随访诊断依据。

“DreamService”管家式服务

包括专人跟踪患者使用数据、分析数据、定期回访、耗材过期提醒以及异常数据主动随访。

“DreamStation”睡眠呼吸机

不仅体积小巧、外观简洁、便于携带，还能实现患者呼吸、睡眠、诊疗效果评估等多种数据的无线传输，实现医患互联的无缝关护。

“DreamWear”睡眠呼吸面罩

兼具传统鼻罩和鼻枕密封性、稳定性、舒适性等优势，满足患者睡前阅读习惯和各种睡姿的个性化需求，提升治疗依从性。

在5G网络技术的支持下，我们可以将日常家用场景的睡眠呼吸机和其它辅助设备的原始数据以及它们的使用情况实时传送到到云端，并进行基于AI的分析，从而获得更具个性化的的健康管理方案，以及便于医护人员对患者的依从性进行管理。同时，由于无所不在的5G网络，越来越多的OSA患者在商务出差和个人旅行中携带体积小巧便于携带的睡眠呼吸机，可在任何5G覆盖的地点安全可靠地传输大量数据。相对于Wifi和蓝牙，搭载了5G通信模块的设备更便于用户进行配置和网络连接。

1.3.4 5G在院后医疗场景中的应用

在上述场景中，5G网络的快速接入、连续覆盖等优点可以充分发挥出来，获得了5G技术支持的院外医疗健康管理服务将会更加有效地开展。

5G网络的eMBB特性，可以将远程监测中产生的海量数据快速传输至云端，实现了患者监测和医护

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

监控的异地分离，极大地方便了患者使用，不再耽误患者的日常生活、工作和学习。而医护人员只需在远端通过5G网络连接，即可实时掌握患者的监测数据并做出诊断，提高了诊疗的效率。

而5G网络的uRLLC特性，保证了患者居家监测数据传输的稳定性和可靠性，以电信级通信保障能力实现了可信赖的远程医疗的服务，特别是在远程心脑血管监护等场景中，可以有效保证数据传输的快速、稳定。

5G网络的第三大特性mMTC，可支持每平方公里百万设备连接，即使患者身处人员密集的居住区，仍旧可以保障其在使用医疗设备时的网络连接，对于远程慢病管理如慢阻肺、心脑血管监测、睡眠监测等场景提供了高质量的通信保障。

通过综合运用5G医疗专网和MEC，我们可以对患者居家监测数据进行实时分析，实现毫秒级预警，减轻突发重症可能导致的严重后果。在需要与院内数据进行交换时，使用中心云平台对MEC进行统一调度管理，减少传统方式数据传输对网络和中心云的压力，提高患者端的响应速度。

1.3.5 5G院后智慧应用小结

近年来，慢性病患者发病年龄逐步年轻化，在全球范围内都有愈加多发的趋势，一旦处置不当将导致本可避免的入院治疗甚至是死亡。随着我国在医疗信息化领域不断推出相关政策，中国的互联网医院正在经历快速发展阶段，患者足不出户、居家就医的模式不断地应用并推广开来。5G通信技术与医疗行业的不断深入结合，将会伴随着云计算、物联网、大数据、人工智能、虚拟现实等信息化技术的进步，共同推动医疗健康行业不断发展与完善。通过应用5G网络技术，连接医院、医护人员、患者、家属、医药、医疗器械、医保等医疗要素，将不断构建和优化以患者为中心的新型医疗服务模式。简单、便捷、好用、无处不在的无线网络技术必将让“4P医疗模式”（Preventive预防性、Predictive预测性、Personalized个体化、Participatory参与性）逐步走向现实。

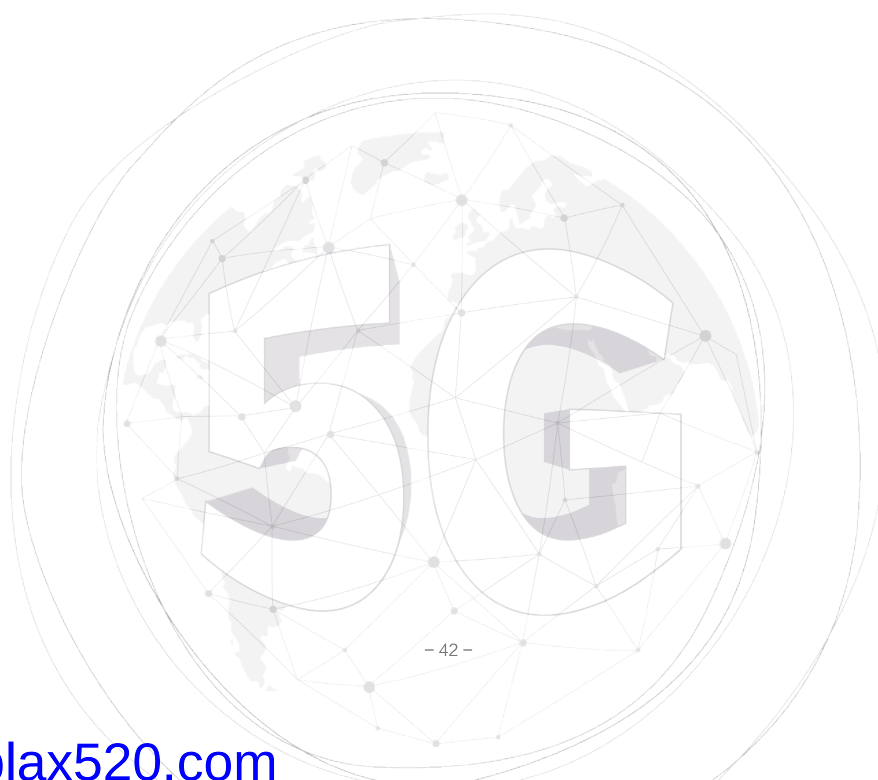
搭载可靠网络通讯技术的移动应用可提高成人和儿童患者的生活质量，并降低医疗系统的压力。通过高质量的5G网络通信，结合边缘云、网络切片等技术，使得医患双方可以开展远程复诊等服务，极大地方便了居家康复的慢病患者，减少患者前往医院就医的往返时间。慢病患者通过5G网络带来的超高清视频通话、5G远程监测、5G+VR/AR等创新型应用，实现身处异地的医生与患者“零距离”沟通，达到“天涯若比邻”的效果。

综上，5G通信技术将加快推动医疗服务从院内、院间向院外过渡，让重症患者能获得更、全面精准的有效医治，让轻症患者不来医院也能得到同样的医疗服务，实现个人健康管理和精准医疗服务。这是让医疗体系从过去的“以医院为主”“以治疗为主”，逐渐转化为“以病人为主”、“以预防为主”。在这一阶段里，医患双方的体验会有质的改善，相关应用也会以前所未有的速度拓展出新，推动智慧医疗市场的大爆发。

liaohan.net nblax520.com

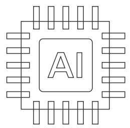
lax889889.com 299520.xyz

二、5G医疗专网



liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



2.1 5G医疗专网建设需求

医疗机构对网络需求较为复杂，除院内、院间、院外三大场景的场景差异外，网络需求还可分为长时间占用和临时突发需求，但不管哪种场景都需要保障网络的高安全和高可靠。医疗机构对于网络的需求主要包括：

1）数据安全隔离

实现医疗专网与公众用户网络安全隔离，能够很好地契合医疗行业用户对5G医疗专网性能和安全诉求。

2）网络带宽动态感知

根据不同时段各区域流量对带宽的不同需求，通过设置动态分配带宽，提取空闲部门的闲置带宽，将其分配至流量密度高的部门，精确分配资源，使资源的利用效率最大化。

3）网络性能动态调配

提供不同服务等级的保障，包括带宽、时延、抖动、丢包率、安全性、可靠性等。通过网络管理平台实现SLA可管、可控、可视和可承诺。

4）较高的可部署性和可复制性

用于各类医疗场景需求，可进行快速部署和实施。

5）可靠网络承载复杂应用场景

全面赋能院前急救、远程医疗、医院管理三类场景，提供安全、可靠、灵活的网络保障。

“5G医疗专网”是面向医疗行业客户的5G网络，即医疗行业客户享受不同程度的“专建、专享、专运、专维”。利用网络切片技术为行业用户分配端到端（无线、传输、核心）网络资源并实现网络隔离，通过5G网络物理资源的下沉根据行业应用进行的定制化网络部署，实现本地业务数据的卸载、分流与隔离。5G医疗专网的能力需求如下：

覆盖佳

根据园区实际情况差异化部署，考虑室内、室外，宏微协同，确保无缝覆盖

速率高

高达Gbps的用户体验速率，数十Gbps的用户峰值速率

容量高

和大网独立载频/共享载频；支持超密集组网，达到LTE10~100倍容量；流量密度至少可以达到Tbps/ km2

更灵活

灵活分配比率，支持上行速率大于下行的差异化配置

广链接

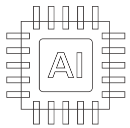
eMBB支持200-2500 /km2的连接密度；mMTC则支持高密度的海量设备连接（至少支持1M连接/ km2）

无缝切换

精细优化，实现各种场景（室内外、专网、广域网等）的连续切换和平滑过渡

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



2.2 5G医疗专网架构

基于网络切片的5G医疗专网整体分为三大部分：切片专网、一体化专网、运营支撑系统。其中切片专网采用大区制建设，通过切片方式为各医疗机构提供专网服务；一体化专网为医疗机构提供一体化设备（全套5GC、基站）；运营支撑系统提供业务订购、网络运维管理、业务管理和集成等服务。主要功能如下：

1）专网集中运营支撑系统

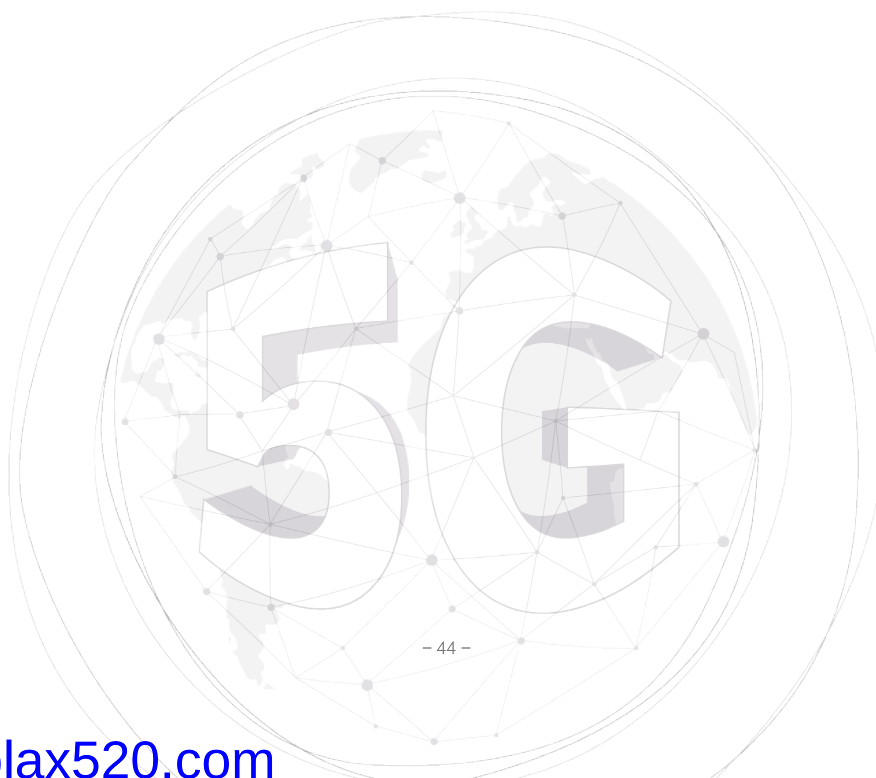
对接OSS 2.0及5GC大区设备、园区下沉设备。实现专网端到端性能监控、能力开放、客户自服务、业务订购、功能演示及售前支撑等。

2）专网的SANF设备及切片、OMC等运营系统

用于企业专网的集中业务接入和控制。实现专网定制化控制（AMF按照TA进行差异化控制）、业务逻辑控制（SMF/PCF/UDM）、切片管理、与私网融合(UPF)的方案等。

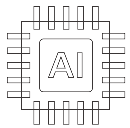
3）无线及UPF等下沉设备

无线侧需要满足一定的QoS(覆盖、干扰、上下行配比、PLMN独立配置等)配置和要求。核心网UPF对能力开放并与企业私网对接，实现数据安全及业务的超低时延。



liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



2.3 5G医疗专网能力建设

5G医疗专网可为医院提供多维度的网络需求，可灵活按需匹配，按需定制按需隔离。5G医疗专网的能力建设包括如下几点：

1）业务保障能力

用户/业务级的服务保障，包括时延、速率、可靠性、连接数保障。5G医疗专网可实现面向医疗卫生行业的场景化切片需求模板与子网参数模板设计。

2）资源隔离能力

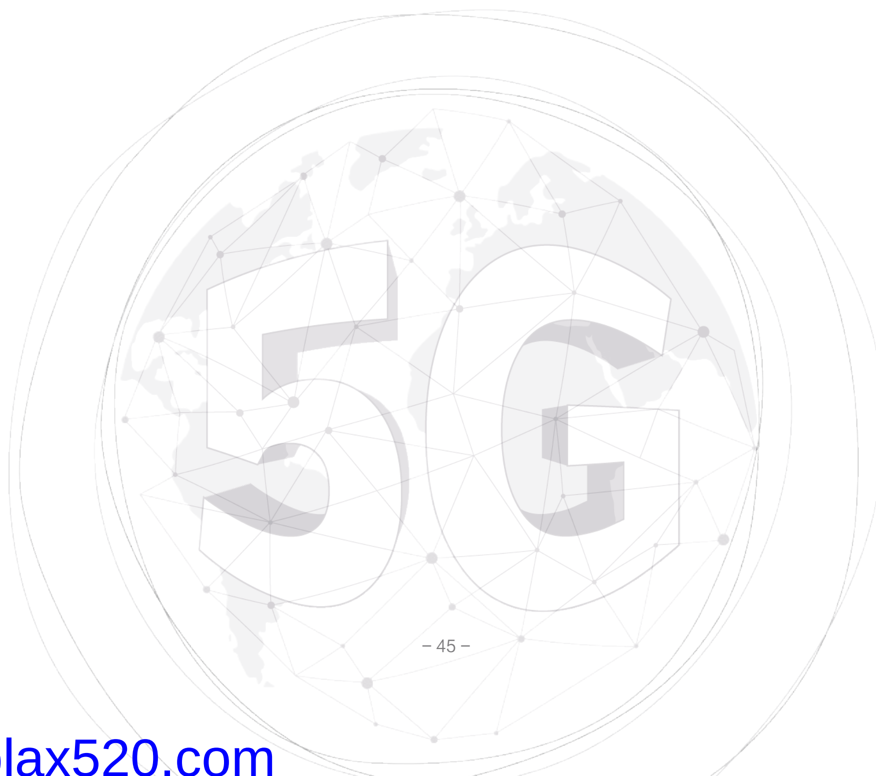
无线带宽、传输通道、核心网切片，端到端资源隔离。使得院内敏感数据本地云化存储和计算，数据隔离规避泄露风险。

3）灵活调配资源能力

面向医疗的细分场景，通过多种技术方案按需调配网络资源。

4）安全保障能力

联合医疗终端安全防护技术、医疗数据保护技术、医疗MEC安全防护技术，并结合传统的网络安全技术，提供更灵活的业务接入、更可控的数据管理，构建面向医疗行业全流程的、端型端的安全防护方案。



liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

三、5G健康医疗应用发展愿景

随着5G网络与人工智能、云计算、区块链、大数据等IT技术相结合的ICT融合技术不断发展，运营商也马上将实现SA网络的正式商用，基于5G的医疗专网可不断挖掘医疗行业对网络的能力需求，开展以移动网络重塑为核心的整体业务产品孵化与落地应用。通过5G网络超高速率、极低时延的实时通信，利用5G无线空口的高速通信能力、网络切片技术和精细化的QoS保障提供eMBB大带宽能力高清图像、视频传输能力，应用于救护车急救途中协同诊治，院间会诊、实时远程手术、远程监护、远程导诊、远程医学示教等多个医疗场景。充分利用5G MEC的MEC能力，提供实时计算、低时延的边缘云医疗服务，提升医疗工作效率和诊断水平，让患者打破时间与空间的限制，随时随地地获取医疗服务，开创全新的行业模式，增强我国人民群众健康获得感、幸福感和安全感。

中国联通的愿景是通过深入分析医卫行业的业务发展需求和对移动通信网络需求，研究面向垂直行业应用的网络关键技术，制定与医疗卫生行业应用深耦合的5G智慧医疗方案，深入探索5G能为智慧医疗带来的创新变革有哪些。利用5G网络切片、MEC、精细化QoS等技术为医疗行业提供大带宽低延迟和广连接能力，为医疗数据提供实时传输服务，基于5G助力医疗行业的数字化、智能化、信息化升级。依托运营商的云网一体资源，基于5G持续拉动医疗云发展，构建健康大数据治理和运营服务，基于应用和硬件生态聚焦医护患重点场景，实现医疗行业各流程的创新应用及产品服务升级升维。通过5G医疗专网能够为医疗行业客户提供安全、灵活的5G专用网络，以业务的需求重塑5G网络的配置，以5G网络的能力带动业务的产品创新发展。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

飞利浦的愿景是到2030年能够帮助全球30亿人提升健康生活质量。通过跨组织跨每一个人的健康全周期的互联关护技术，来帮助我们的医疗系统以更低的成本，实现更好的疗效，并带来更好的病人和医护人员体验。飞利浦深信应该以人的健康为核心无缝组织，通过跨临床学科、跨组织、跨网络的将人、数据和技术连接起来。互联技术的价值不是链接单核单个的设备，而是整合的解决方案，是一个系统、设备、软件和服务的混合体。5G 技术在急症和慢性病的实时关护上将提供极大的价值。5G不仅极大地帮助到个人，更能赋能医院，使得医院可以充分利用资源从而以更低的成本提供更好的医疗服务。在‘健康中国2030’规划的推动下，健康医疗行业正在日益成为一个以信息为主导的行业，医疗关护服务从医院延伸至院前、院内、院外等多场景中成为必然的趋势，这也对更加安全、互联、互通的健康医疗数据系统以及如何实现跨科系、跨组织、跨地域的数据共享提出了更高的要求。飞利浦全球的创新洞见和成熟的技术，应当带到本土的临床情境中从而帮助医疗卫生系统基于5G技术更好地改善协调、质量和效率。

而5G是实现这个宏伟目标的重要的基础设施。5G不只是一个更快的网络，或是更大的带宽，或是更低的延迟，或是更低的能耗。健康关爱，医疗关护发生在任何时间任何地点，一个全覆盖全联接的普适的网络是关键的赋能器。5G应该是上述特性的结合，组成一个能够全覆盖、普适的网络，能够随时随地的把各种健康医疗的设备和系统“聪明”地连接起来，形成一个由“智慧互联的设备和系统”（Smart Connected Devices & Systems）所组成的网络。其中包含多个重要的组成要素和下一步的研究方向包括：

- 使用更安全和高效的网络连接更先进的传感器，时时刻刻的连接人和智慧医疗健康系统；我们需要更广泛和更经济的连接技术，才能

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

帮助我们把关护送到更广泛的人群中去

- 网络及其标准应该能够帮助数据和信息在设备和系统中更高效透明地分享和使用；健康关护关爱需要更多的组织机构的参与，不仅是在医院内部，也需要在医院外部进行全方面的管理，我们需要更好的标准，使得健康和医疗数据可以安全，可信地在这个全连接的复杂网络下分享和访问
- 更可靠的网络帮助去/非中心化的机器之间的协作，带来更聪明的决策，从而提升医疗系统的效率和整体服务能力，更经济，更高效
- 更高效的网络赋能新一代的用户体验（User Experience 4.0），帮助医务人员更好的面对病人，而不是面对更多的屏幕

如何利用5G网络支持和实现上述多个重要领域，如何研究开发新的技术能够更好地利用5G网络的特性来实现这些重要领域是我们需要关注的下一步目标。网络连接设备，设备连接人，医疗健康科技服务的最终对象是人。因此5G智慧医疗最终的目的应该是通过设备的互联，更好利用数据、AI技术、新一代的用户界面技术帮助医护人员、健康服务人员、病人和消费者之间进行更好的合作和互动： 改善健康水平、提升患者体验、提高医护人员满意度、降低关护成本。

5G的到来将开创全新的医疗模式，实现优质医疗资源远程共享和实时交互，打破医疗资源匮乏、医护人员短缺、医疗水平分布不均等问题。在5G时代应通过医疗信息化全面创新未来的健康理念和医疗体系，促进人工智能、数据挖掘、虚拟现实等“互联网+”新技术在医疗健康领域的应用。建立行业标准体系，开展5G+远程模式研究，提升行业创新能力，有效解决我国医疗资源分布不均、获取便利性不高的问题。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

术语

英文缩写	英文全名	中文全名
5G	Fifth generation mobile network	第五代移动网络
ADT	Admit Discharge Transfer	入院出院转院系统
AED	Automated External Defibrillator	自动体外除颤仪
AI	Artificial intelligence	人工智能
AMF	Access and Mobility Management Function	接入和移动管理功能，
AR/VR/MR	Augmented reality / Virtual reality / Mixed reality	增强现实/虚拟现实/混合现实
BI	Business intelligence	商业智能
CAUTI	Catheter related urinary tract infection	导尿管相关尿路感染
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease	慢性阻塞性肺疾病
CRBSI	Catheter Related Blood Stream Infection	导管相关血流感染
CRRT	Continuous Renal Replacement Therapy	连续肾脏替代疗法
CSMF	Communication Service Management Function	通信服务管理功能
CT	Computed tomography	计算机断层成像
DDOS	Distributed denial of service	分布式阻断服务
DEXA	Dual energy X-ray absorptiometry	双能X射线吸收法
DICOM	Digital imaging and communications in medicine	医学数字成像与通信
DXR	Digital X-ray	数字X光
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	增强型移动宽带
EMR	Electronic Medical Record	电子病历
HIMSS	Healthcare Information and Management Systems Society	美国医疗信息与管理系统学会

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

英文缩写	英文全名	中文全名
HIS	Hospital Information System	医院信息系统
HL7	Health Level Seven	医学信息传输格式
ICU	Intensive Care Unit	重症监护室
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise	医疗信息系统集成规范
IOMT	Internet of medical things	医联网
LDCT	Low dose CT	低剂量CT
MDT	Multi-disciplinary team	多学科团队
MEC	Multi-access Edge Computing	多接入边缘计算
mMTC	Massive Machine Type Communication	大规模机器类型通信
NSA	Non-standalone	非独立组网
NSMF	Network Slice Management Function	切片管理功能
NSSMF	Network Slice Subnet Management Function	子切片管理功能
OSA	Obstructive sleep apnea	阻塞性睡眠呼吸暂停
PACS	Picture archival and communication system	图像存档及通信系统
PCF	Policy Control Function	策略控制功能
PCI	Percutaneous Coronary Intervention	经皮冠状动脉介入治疗
PET	Positron emission tomography	正电子发射断层成像
QoS	Quality of service	服务质量
SA	Standalone	独立组网
VAP	Ventilator-associated pneumonia	呼吸机相关肺炎

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz

版权声明

本白皮书版权属于飞利浦（中国）投资有限公司及中国联合网络通信有限公司，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“版权所属飞利浦（中国）投资有限公司及中国联合网络通信有限公司”。违反本声明者，两方将追究其相关法律责任。

liaohan.net nblax520.com

lax889889.com 299520.xyz



© 2020 Koninklijke Philips N.V. All rights reserved.

www.philips.com

liaohan.net nblax520.com